

সৃজনশীল প্রশ্ন সম্বলিত

উচ্চ মাধ্যমিক

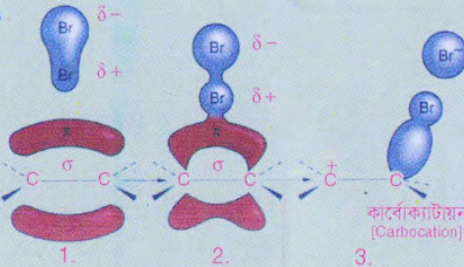
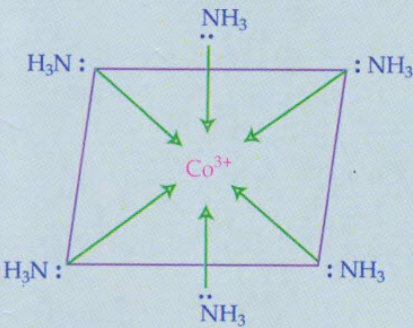
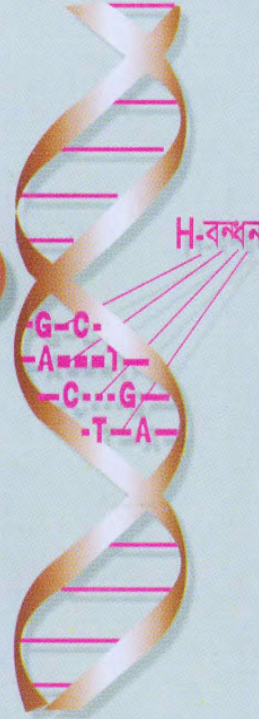
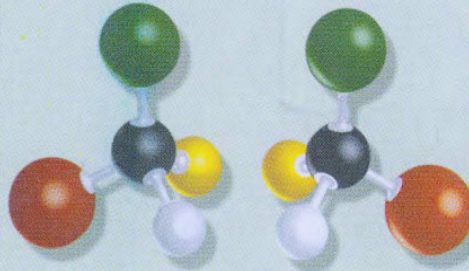
রসায়ন


ড. সরোজ কান্তি সিংহ হাজারী
ও

হারাধন নাগ

দ্বিতীয় পত্র

Sc [Ar] $3d^1 4s^2$	1									1
Ti [Ar] $3d^2 4s^2$	1	1								1
V [Ar] $3d^3 4s^2$	1	1	1							1
Cr [Ar] $3d^5 4s^1$	1	1	1	1	1	1				1
Mn [Ar] $3d^5 4s^2$	1	1	1	1	1	1				1
Fe [Ar] $3d^6 4s^2$	1	1	1	1	1	1				1
Co [Ar] $3d^7 4s^2$	1	1	1	1	1	1				1
Ni [Ar] $3d^8 4s^2$	1	1	1	1	1	1				1
Cu [Ar] $3d^{10} 4s^1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zn [Ar] $3d^{10} 4s^2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



হাসান বুক হাউস  ঢাকা

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক অনুমোদিত

“পরিমার্জিত শিক্ষাক্রম অনুযায়ী প্রণীত এবং জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক
১৯৯৮-১৯৯৯ শিক্ষাবর্ষ থেকে উচ্চ মাধ্যমিক স্তরের পাঠ্যপুস্তক হিসেবে অনুমোদিত।”
চতুর্থ পুনঃঅনুমোদন পত্রসংখ্যা : শিঃ সঃ ৪৪/২০০৮/১৪২৮ তারিখ : ১৫/১০/২০০৮ ইং

সৃজনশীল প্রশ্ন সম্বলিত

উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন [দ্বিতীয় পত্র]

ডক্টর সরোজ কান্তি সিংহ হাজারী

বি. এসসি.-অনার্স (প্রথম শ্রেণী)

এম. এসসি. (প্রথম শ্রেণী)

পিএইচ.ডি. (প্রথম শ্রেণী, বার্লিন, জার্মানি)

উপাচার্য,

বিজিসি ট্রাস্ট ইউনিভার্সিটি

চট্টগ্রাম।

প্রফেসর (ছুটিতে) ও প্রাক্তন সভাপতি, রসায়ন বিভাগ

চট্টগ্রাম বিশ্ববিদ্যালয়, চট্টগ্রাম।

অধ্যাপক হারাধন নাগ

রসায়ন বিভাগীয় প্রধান (কলেজ সেকশন), ইস্পাহানী পাবলিক
স্কুল এন্ড কলেজ, চট্টগ্রাম; প্রাক্তন সহযোগী অধ্যাপক ও বিভাগীয়
প্রধান, রসায়ন বিভাগ, পটিয়া সরকারী কলেজ, চট্টগ্রাম। প্রাক্তন
সহযোগী অধ্যাপক, কক্সবাজার সরকারী কলেজ, প্রাক্তন সহকারী
অধ্যাপক, রসায়ন বিভাগ, গাছবাড়িয়া সরকারী কলেজ ও
সাতকানিয়া সরকারী কলেজ, চট্টগ্রাম।

হাসান বুক হাউস ঢাকা

প্রকাশক :

হাসান বুক হাউস-এর পক্ষে

ড. ভক্তিময় সরকার

বি. এসসি.-অনার্স, এম. এসসি. (ফার্স্ট ক্লাস), পিএইচ.ডি.

১৫-১৬ প্যারী দাস রোড, বাংলাবাজার ঢাকা-১১০০

ফোন : ৭১২২০৬৩, ৭১১৬১৫১

[এই পুস্তকের গ্রন্থস্বত্ব লেখকদ্বয় কর্তৃক সংরক্ষিত। পুস্তকটির কোন অংশ অথবা সম্মূর্ণ পুস্তক কোনভাবে কারও কর্তৃক ছুবছ বা সংশোধিত আকারে প্রকাশ ও প্রচার করা অবৈধ ও দণ্ডনীয় বলে বিবেচিত হবে।]

পঞ্চদশ সংস্করণ : এপ্রিল, ২০১৩

চতুর্দশ সংস্করণ : এপ্রিল, ২০১২

ত্রয়োদশ সংস্করণ : এপ্রিল, ২০১১

দ্বাদশ সংস্করণ : মে, ২০১০

একাদশ সংস্করণ : মার্চ, ২০০৯

দশম সংস্করণ : এপ্রিল, ২০০৮

নবম সংস্করণ : মে, ২০০৭

অষ্টম সংস্করণ : জুন, ২০০৬

সপ্তম সংস্করণ : জুন, ২০০৫

ষষ্ঠ সংস্করণ : জুন, ২০০৪

পঞ্চম সংস্করণ : জুন, ২০০৩

চতুর্থ সংস্করণ : নভেম্বর, ২০০২

তৃতীয় সংস্করণ : জুন, ২০০১

দ্বিতীয় সংস্করণ : জুন, ২০০০

প্রথম প্রকাশ : এপ্রিল, ১৯৯৯


ADMISSIONWAR.COM
তোমার প্রেরণা ছুমি পিছেই

(এনসিটিবি কর্তৃক চতুর্থ পুনঃঅনুমোদিত)

(এনসিটিবি কর্তৃক তৃতীয় পুনঃঅনুমোদিত)

(এনসিটিবি কর্তৃক দ্বিতীয় পুনঃঅনুমোদিত)

(এনসিটিবি কর্তৃক প্রথম অনুমোদিত)

মূল্য : ২৮০.০০ টাকা মাত্র

কম্পিউটার কম্পোজ :

নেটওয়ার্ক কম্পিউটার

৪৯ বাংলাবাজার (৪র্থ তলা), ঢাকা-১১০০

ফোন : ৭১১৬৪৬৯



Id: www.facebook.com/tanbir.cox



Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks

মুদ্রণ :

মৈত্রী প্রেস এন্ড পাবলিকেশন্স

২৪/সি শ্রীশ দাস লেন, ঢাকা-১১০০



Web: www.tanbircox.blogspot.com

সৃজনশীল প্রশ্ন সম্বলিত ও পরিমার্জিত পঞ্চদশ সংস্করণের ভূমিকা

পরম কল্পণাময় সৃষ্টিকর্তার অপার কৃপায় আমাদের লিখিত উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন দ্বিতীয় পত্রের পরিমার্জিত ও সংশোধিত পঞ্চদশ সংস্করণ প্রকাশিত হল। এ শূভ মুহূর্তে কৃতজ্ঞচিত্তে আমরা স্মরণ করছি এ দেশের সকল মহাবিদ্যালয়ের সম্মানিত সতীর্ষ অধ্যাপকবৃন্দকে। তাঁরা সহানুভূতির সাথে মূল্যায়ন করেছেন আমাদের লিখিত বইটির বিষয়বস্তুর উপস্থাপন পন্থতিকে আর তাঁদের মূল্যায়নে যথার্থ সাফল্যের স্বীকৃতিস্বরূপ তাঁরাই ভুলে দিয়েছেন এ বইটিকে তাঁদের প্রিয় সকল ছাত্র-ছাত্রীর হাতে। তাই সতীর্ষ অধ্যাপকবৃন্দকে জানাই সশ্রম্য কৃতজ্ঞতা আর শিক্ষার্থীদের জানাই শুভেচ্ছা রসায়ন পাঠের অগ্রযাত্রায়।

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ডের অনুমোদিত ও বর্তমানে কার্যকরী রসায়নবিদ্যার নতুন শিক্ষাক্রম অনুসারে একাদশ ও দ্বাদশ শ্রেণীর পাঠ্যসূচি বা সিলেবাস আন্তর্জাতিক মানের A-Level-এর সমতুল্য। তাই এ বইয়ের রচনাকালে প্রধান দুটি লক্ষ্য ছিল-প্রথমত, রসায়নবিদ্যাকে কোমলমতি ছাত্র-ছাত্রীদের নিকট সহজ ও সরল ভাষায় উপস্থাপন করা; দ্বিতীয়ত, রসায়নবিদ্যার আধুনিক তত্ত্ব, তথ্য ও বিষয়বস্তুকে নতুন সিলেবাস অনুসারে বিভিন্ন পর্যায়ে সমন্বয় সাধন করা। বিগত পর পর বারটি সংস্করণের উপর বিভিন্ন কলেজের অভিজ্ঞ অধ্যাপকবৃন্দের নিকট থেকে প্রাপ্ত মতামত অনুসারে আমরা আনুস্ত হয়েছি যে, উভয় লক্ষ্য অর্জনে আমরা সফল হয়েছি।

পাঠ্যপুস্তক বোর্ডের নিয়ম অনুসারে, পাঠ্যপুস্তকের মান উন্নয়নের লক্ষ্যে প্রতি তিন বছর পর পর পাঠ্যপুস্তকের পুনঃঅনুমোদন প্রয়োজন হয়। এ প্রেক্ষাপটে বিগত সংস্করণের উপর দেশের জেলা, উপজেলা ও প্রত্যন্ত অঞ্চলের বিভিন্ন কলেজের সম্মানিত সতীর্ষ অধ্যাপকবৃন্দের লিখিত শুভেচ্ছাপত্রে প্রদত্ত মতামত, তাঁদের গঠনমূলক পরামর্শ ও বিভিন্ন শিক্ষা বোর্ডের বিগত নয় বছরের প্রশ্নপত্রের আলোকে এ বইয়ের প্রতিটি অধ্যায়ে প্রয়োজনমত পরিমার্জন করা হয় এবং পুনঃঅনুমোদনের জন্য পাঠ্যপুস্তক বোর্ডে জমা দেওয়া হয়। অতঃপর পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃপক্ষ কর্তৃক নিয়োগকৃত তিনজন সম্মানিত মূল্যায়নকারী (ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ও ঢাকা কলেজ-এর) অত্যন্ত অভিজ্ঞ রসায়নবিদ পৃথক পৃথকভাবে বইটির প্রতিটি অধ্যায় মূল্যায়ন করেন, প্রয়োজনমত সুস্পষ্ট মতামত ও নির্দেশনা প্রদান করেন। পাঠ্যপুস্তক বোর্ডে প্রদত্ত মূল্যায়নপত্রে তাঁরা বইটিকে A⁺ মানসম্পন্ন ও শিক্ষার্থীদের জন্য খুবই উন্নতমানের পাঠ্যপুস্তক বলে মত প্রকাশ করেন। পরিশেষে মতামত ও নির্দেশনাসমূহকে সমন্বয় করে পুনরায় অধ্যায়ভিত্তিক যথাযথ পরিমার্জন, সংশোধন ও সংযোজন করা হয় এবং 'আমিনসমূহকে' 'জৈব এসিড ও এদের জাতক'-এর পরে দেখানো হয় অর্থাৎ ৯ম ও ১০ম অধ্যায় দুটিকে পারস্পরিক পরিবর্তন করা হয়, যা সিলেবাস বইয়ের অধ্যায়ক্রমের বিপরীত। এতে আমরা অধিকতর সন্তুষ্ট যে, বর্তমান পরিমার্জিত ও সংশোধিত সংস্করণটি অধিকতর আধুনিক তত্ত্ববহুল ও নতুন আঙ্গিকে উপস্থাপিত হল। উল্লেখ্য চতুর্দশ সংস্করণে প্রতিটি অধ্যায়ে বিষয়বস্তু ও চিত্রসহ রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন, সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন ও সমস্যাবলির প্রয়োজনীয় পুনর্বিদ্যায়, পরিবর্ধন ও পরিমার্জন এবং সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন ও বহুনির্বাচনী প্রশ্ন (MCQ) সংযুক্ত করা হল। তাই এ বইটির গ্রহণযোগ্যতা সতীর্ষ অধ্যাপকবৃন্দ ও ছাত্র-ছাত্রীদের নিকট অধিকতর বৃদ্ধি পাবে এবং অপরিহার্য পাঠ্যপুস্তকরূপে মূল্যায়ন ও গৃহীত হবে-এ বিশ্বাস পোষণ করি।

এ শূভ মুহূর্তে পাঠ্যপুস্তক বোর্ডের মূল্যায়নকারী শ্রম্বেয় অধ্যাপকবৃন্দকে জানাই আমাদের কৃতজ্ঞতা ও ধন্যবাদ, কারণ তাঁদের প্রদত্ত অধ্যায়ভিত্তিক মতামত ও পরিমার্জনের জন্য নির্দেশনা এ বইয়ের মানোন্নয়নে আমাদেরকে বিশেষভাবে সাহায্য করেছে। আশা করি, পূর্ববর্তী সংস্করণের মত সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন ও বহু নির্বাচনী প্রশ্ন সম্বলিত এ সংস্করণটিও সম্মানিত সতীর্ষ অধ্যাপকবৃন্দ ও অগণিত শিক্ষার্থীর নিকট সমভাবে সমাদৃত হবে। অধ্যাপকবৃন্দের সহযোগিতা ও গঠনমূলক পরামর্শ ভবিষ্যতেও আমরা আশা করি।

পরিশেষে শ্রদ্ধাভরে স্মরণ করছি এ বইয়ের প্রকাশক, হাসান বুক হাউসের স্বত্বাধিকারী প্রফেসর ডক্টর মোহাম্মদ আবুল হাসান ও অধ্যাপক ডক্টর ভক্তিময় সরকার এবং এ প্রতিষ্ঠানের কর্মচারীবৃন্দকে যাদের ঐকান্তিক প্রচেষ্টায় বইটির সঠিক সময়ে প্রকাশ এবং জেলা, উপজেলা ও দেশের প্রত্যন্ত অঞ্চলের বিভিন্ন কলেজের অসংখ্য সম্মানিত অধ্যাপকের হাতে শুভেচ্ছা কপি বিতরণের মাধ্যমে বইটির গ্রহণযোগ্যতা বৃদ্ধিতে সহায়ক ভূমিকা রেখেছেন।

সর্বোপরি পরম কল্পণাময় সৃষ্টিকর্তার নিকট অশেষ কৃতজ্ঞতা জানাই এবং সর্বেশ্রম্ণ সকলের পুনরায় সহযোগিতা কামনা করছি।

এপ্রিল, ২০১৩ ইং



ADMISSIONWAR.COM

চলমান চলমান ভূমি পিছরে

বিনীত
ড. সরোজ কান্তি সিংহ হাজারী

ও
হারাধন নাগ

প্রথম প্রকাশের ভূমিকা

পরম করুণাময় সৃষ্টিকর্তার অশেষ কৃপায় 'পরিমার্জিত শিক্ষাক্রম অনুযায়ী প্রণীত এবং জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক ১৯৯৮ শিক্ষাবর্ষ থেকে উচ্চ মাধ্যমিক স্তরের পাঠ্যপুস্তক হিসেবে অনুমোদিত' 'উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন-দ্বিতীয় পত্র' প্রকাশিত হল।

উল্লেখ্য বাংলাদেশের পাঠ্যপুস্তকের মান আন্তর্জাতিক পর্যায়ে উন্নীতকরণের লক্ষ্যে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এন. সি. টি. বি.) দেশের প্রখ্যাত শিক্ষাবিদদের সমন্বয়ে বিভিন্ন বিষয়ের জন্য বিভিন্ন পাঠ্যসূচি কমিটি গঠন করে। একই সাথে এ সব পাঠ্যসূচি অনুযায়ী বিষয়ভিত্তিক প্রতিযোগিতামূলকভাবে পুস্তক রচনার জন্য বেশ কিছু সংখ্যক লেখক নির্বাচন করে। আমরা বিষয়ভিত্তিক নির্বাচিত লেখকদের মধ্যে অন্যতম।

এ বইটি জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড প্রদত্ত নতুন সিলেবাস ও নির্দেশনা অনুযায়ী রচিত। এ বইয়ের পাণ্ডুলিপি রচনার পর তা জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ডের বিশেষজ্ঞগণ কর্তৃক পরীক্ষিত ও অনুমোদিত হয়েছে।

এ বইয়ের রচনাকালে প্রথম থেকে আমাদের দুটি প্রধান লক্ষ্য ছিল- প্রথমত, জটিল রসায়নবিদ্যাকে কোমলমতি ছাত্র-ছাত্রীদের নিকট সহজ ও সরল ভাষায় উপস্থাপন করা; দ্বিতীয়ত, রসায়নবিদ্যার আধুনিক তত্ত্ব, তথ্য ও চিন্তাভাবনাকে যথাসম্ভব উচ্চ মাধ্যমিক স্তরের নতুন সিলেবাস অনুসারে বিভিন্ন পর্যায়ে সমন্বয় সাধন করা। এ মুহূর্তে আমরা অত্যন্ত আনন্দের সাথে স্মরণ করছি এন. সি. টি. বি.-এর নিয়োগকৃত রসায়নবিদ্যায় অভিজ্ঞ অধ্যাপকবৃন্দকে, তাঁরা এ বইয়ের পাণ্ডুলিপির বিভিন্ন অধ্যায়ের উপর গঠনমূলক যে সব পরামর্শ দিয়েছেন তা এ বইয়ের পরিমার্জনে আমাদেরকে খুবই সাহায্য করেছে। কারণ সম্পূর্ণ নতুন ও উন্নততর পাঠ্যসূচি অনুযায়ী পাঠ্যপুস্তক রচনা করা খুব সহজ কাজ নয়। ভবিষ্যতেও এ পুস্তকের অধিকতর উৎকর্ষ সাধনে বিজ্ঞ অধ্যাপক, অধ্যাপিকা ও সহৃদয় পাঠক-পাঠিকাদের গঠনমূলক মন্তব্য, সমালোচনা ও পরামর্শ আনন্দ ও শ্রম্ভার সাথে মূল্যায়ন করা হবে। এর সাথে এ পুস্তক রচনায় এদেশের ও বিদেশে যে সব বই, পুস্তিকা বা জার্নাল থেকে আমরা প্রয়োজনীয় তথ্য গ্রহণ করেছি সে সব বইয়ের প্রণেতা ও প্রকাশকবৃন্দের কাছে আমরা আমাদের সন্তুষ্টি স্বীকার করছি।

নতুন পাঠ্যসূচি অনুযায়ী লিখিত 'উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন-দ্বিতীয় পত্র' বইটি রসায়নবিদ্যার অধ্যাপক-অধ্যাপিকা ও ১৯৯৮-'৯৯ শিক্ষাবর্ষের প্রিয় ছাত্র-ছাত্রীদের হাতে যথাসময়ে তুলে দিতে পেরে আমরা খুবই আনন্দ অনুভব করছি। আমাদের লিখিত এ পুস্তক রসায়নবিদ্যার শিক্ষার্থীদের যথাযথ উপকারে আসবে- এ আশা রাখি।

পরিশেষে, যাদের ঐকান্তিক প্রচেষ্টায় বইটি প্রকাশিত হল, তাঁরা হলেন- হাসান বুক হাউসের স্বত্বাধিকারী ডক্টর মোহাম্মদ আবুল হাসান ও অধ্যাপক ভক্তিময় সরকার এবং হাসান বুক হাউসের কর্মচারীবৃন্দ; তাঁদের সার্বিক সহযোগিতার কথা শ্রম্ভাভরে স্মরণ করছি এবং তাঁদের প্রতি জানাই যথাযথ কৃতজ্ঞতা।

পরম করুণাময় আমাদের এ প্রচেষ্টা সফল করুন।

এপ্রিল, ১৯৯৯



ADMISSIONWAR.COM

আপনার চেষ্টায় উন্নতি হচ্ছে

ড. সরোজ কান্তি সিংহ হাজারী

ও

অধ্যাপক হারাধন নাগ

পাঠ্যসূচি

উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন

(দ্বিতীয় পত্র)

বয়সসূচু

গ্রুপ-V ও গ্রুপ-VI-এর মৌলসমূহের রসায়ন : অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, ফসফরাস ও সালফারের উৎস (বিশেষত অক্সাইড এবং সালফাইড); নাইট্রোজেনের সাথে ফসফরাস এবং অক্সিজেনের সাথে সালফারের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের তুলনা; পর্যায় সারণিতে অবস্থান ও গঠনের ভিত্তিতে এ সকল মৌলের রাসায়নিক ধর্মের ব্যাখ্যা; অক্সাইডসমূহ; ধাতব সালফাইড; এ্যামোনিয়া, নাইট্রিক এসিড ও সালফিউরিক এসিডের শিল্প উৎপাদন পদ্ধতি; NO_2 , NO_3 , SO_3^{2-} এবং SO_4^{2-} আয়নের গুরুত্বপূর্ণ বিক্রিয়াসমূহ; কৃষিবিজ্ঞানে নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের যৌগের গুরুত্ব; অক্সাইড, সালফাইড এবং সালফিউরিক এসিডের গুরুত্ব; পরিবেশের উপর কতিপয় নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব।

গ্রুপ-VII মৌলসমূহের রসায়ন : উৎস; ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মসমূহ; এ সকল মৌলের আয়নীকরণ শক্তি, ইলেকটন আসক্তি, বন্ধন বিয়োজন এনথালপি ও পারমাণবিক ব্যাসার্ধের পরিবর্তন প্রবণতা; জারক হিসেবে তাদের বিক্রিয়া; হ্যালাইড লবণের সাথে সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়া; বিভিন্ন হ্যালোজেন যৌগের ধর্মের পার্থক্য; হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহের বিক্রিয়া; ক্লোরিনের বিভিন্ন জারণ অবস্থা; ক্লোরিনের অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া; ক্লোরিন ও অন্যান্য হ্যালোজেনের ব্যবহার; ক্ষারশিল্পে ক্লোরিনের যৌগসমূহের গুরুত্ব; কৃষিবিজ্ঞানে এবং পরিবেশের উপর ক্লোরিন যৌগসমূহের প্রভাব।

d-ব্লক মৌলসমূহের রসায়ন (Sc থেকে Zn) : d-ব্লক মৌলের সংজ্ঞা, ধাতু ও তাদের সরল আয়নের ইলেকটন বিন্যাস; আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন; d-ব্লক মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম; ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম ও ভ্যানাডিয়াম-এর বিভিন্ন জারণ অবস্থা এবং তাদের পারস্পরিক রূপান্তরের পদ্ধতি; Fe^{2+} ও Fe^{3+} আয়নঘয়ের পারস্পরিক রূপান্তর পদ্ধতি; লৌহের অনার্দ্র ক্লোরাইডগুলোর অন্তত একটি করে প্রস্তুত-পদ্ধতি; পরিবর্তনশীল যোজ্যতার প্রেক্ষিতে অবস্থান্তর মৌল ও তাদের যৌগসমূহের বিভিন্ন শিল্প পদ্ধতিতে অনুঘটকরূপে কাজ করা।

জৈব রসায়নের সূচনা : রাসায়নিক বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব; সমযোজী বন্ধনের প্রকারভেদ; পারমাণবিক অরবিটাল সংকরণ; কার্বনের চতুর্ভোজ্যতা; অ্যালিফেটিক জৈব যৌগে বর্তমান বন্ধনের স্থানিক বিন্যাস; অ্যালিফেটিক জৈব যৌগের ত্রিমাত্রিক গঠন; সমগোত্রীয় শ্রেণী; কার্বকরী মূলক; জৈব যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি (জেনেভা পদ্ধতিতে); জৈব বিক্রিয়ার প্রকারভেদ ও বিক্রিয়াসমূহের কয়েকটি দিক যেমন সুস্থম বিভাজন; বিষম বিভাজন; কার্বানায়ন; কার্বোনিয়াম আয়ন ইত্যাদি; সমাণুতা ও এর প্রকারভেদ।

হাইড্রোকার্বন : হাইড্রোকার্বনের প্রকারভেদ-অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন; অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের প্রকারভেদ; অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইন; এদের উৎস, সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী, ব্যবহার, গঠন ও বন্ধনের উপর ভিত্তি করে এদের ভৌত ও রাসায়নিক সক্রিয়তা; অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন-বেনজিন, টলুইনের উৎস, প্রস্তুত প্রণালী, ব্যবহার এবং সঞ্চারশীল পাই (π) ইলেকটনের উপর

ভিত্তি করে এদের রাসায়নিক ধর্ম; অ্যালকিনের যুত পলিমারের প্রস্তুতি ও ধর্ম; সুবম বিভাজন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া, মুক্তমূলক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া, বিষম বিভাজন ইলেকটন আকর্ষী যুত বিক্রিয়া এবং বিষম বিভাজন ইলেকটন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল।

- ৬। অ্যালিকিটিক ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের হ্যালোজেন জাতক : হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সংজ্ঞা, প্রকারভেদ ও নামকরণ; এদের প্রস্তুতি ও ব্যবহার; বন্ধন ও গঠনের ভিত্তিতে ইহাদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম, হ্যালোজেনো অ্যালকেনের বিক্রিয়া ক্রম, বিষম নিউক্লিও আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল।
- ৭। অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথারসমূহ : অ্যালকোহলের সংজ্ঞা, প্রকারভেদ ও নামকরণ; অ্যালকোহলের দুইটি বা তিনটি প্রস্তুত প্রণালী এবং শিল্পোৎপাদন প্রণালী; অ্যালকোহলের ব্যবহার এবং গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ভিত্তিতে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম; প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যালকোহলের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া; ফেনল-এর প্রস্তুতি, ধর্ম; রাসায়নিক বিক্রিয়া ও ব্যবহার; অ্যালকোহল ও ফেনলের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া; ইথার-এর প্রস্তুতি ও ব্যবহার; ইথারের সাথে অ্যালকোহল ও ফেনলের গাঠনিক সম্পর্ক।
- ৮। অ্যালডিহাইড ও কিটোন : কার্বনাইল যৌগসমূহের সংজ্ঞা, এদের অ্যালডিহাইড ও কিটোন হিসেবে শ্রেণীকরণ, কার্বনাইল গ্রুপের ইলেকট্রনীয় গঠন; কার্বনাইল গ্রুপে কেন্দ্রাকর্ষী আক্রমণ; ইথান্যাল, প্রোপান্যাল, অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড ও কিটোনের একটি বা দুইটি করে প্রস্তুত প্রণালী; গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ভিত্তিতে এদের ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্ম।
- ৯। জৈব এসিড ও এদের জাতকসমূহ : জৈব এসিডের শ্রেণীবিন্যাস ও নামকরণ; জৈব এসিডের সক্রিয়তা ও অম্লত্ব; গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ভিত্তিতে এদের ভৌত ধর্ম, বিক্রিয়ার সাধারণ শর্তের পরিপ্রেক্ষিতে রাসায়নিক ধর্ম, প্রস্তুতি ও শিল্পোৎপাদন প্রণালী; পলিএস্টার, সাবান, ডিটারজেন্ট, পলিঅ্যামাইড (নাইলন) এবং ইউরিয়ার প্রস্তুতি সংক্রান্ত রসায়ন এবং এদের ব্যবহার।
- ১০। অ্যামিনসমূহ : অ্যামিনের সংজ্ঞা ও প্রকারভেদ; অ্যামোনিয়া, মিথাইল অ্যামিন, ইথাইল অ্যামিন ও ফিনাইল অ্যামিনের ক্ষারকত্বের তুলনামূলক ব্যাখ্যা; অ্যালিফেটিক অ্যামিন, ফিনাইল অ্যামিন ও ডায়াজোনিয়াম লবণের একটি বা দুইটি প্রস্তুত প্রণালী; গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ভিত্তিতে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম।
- ১১। বায়োঅণুসমূহের রসায়ন : প্রাকৃতিক পলিমারের শ্রেণীবিভাগ এবং এদের গুরুত্ব; পলিস্যাকারাইড ও প্রোটিনের আর্দ্রবিশ্লেষণে উদ্ভূত জৈব যৌগের আলোচনা। DNA এবং RNA এর সহজ সর্ফক্সিত আলোচনা।
- ১২। জৈব যৌগের বিশোধন ও বিশ্লেষণ : জৈব যৌগ বিশোধন ও বিশুদ্ধতা পরীক্ষার বিভিন্ন পদ্ধতি; যৌগে উপস্থিত মৌলসমূহের জন্য আঙ্গিক ও মাত্রিক বিশ্লেষণ; স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয়; কার্যকরী মূলকের এবং বিভিন্ন সদৃশ যৌগের পার্থক্যকরণের রাসায়নিক পদ্ধতিসমূহ।



ADMISSIONWAR.COM

ভোমার প্রেরণা ছুঁমি নিজেই

২০১৩ সাল থেকে অনুষ্ঠিতব্য উচ্চ মাধ্যমিক সার্টিফিকেট পরীক্ষার্থীদের জন্য প্রযোজ্য

সৃজনশীল কাঠামোবান্ধ প্রশ্ন পদ্ধতির নির্দেশিকা

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকারের শিক্ষা মন্ত্রণালয় শাখা-১১ থেকে ৫ই জুলাই ২০১১ তারিখের স্মারক সংখ্যা শিম/শাঃ ১১/বিবিধ ৬/২০০৪ (অংশ)/৩০৯ মতে জারিকৃত প্রজ্ঞাপন অনুসারে ২০১৩ সাল থেকে এইচ.এস.সি পরীক্ষায় রসায়ন বিষয়ে সৃজনশীল প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হবে।

এইচ.এস.সি শ্রেণীর শিক্ষার্থীদের জ্ঞাতার্থে এবং অধ্যাপকবৃন্দের প্রশ্নপত্র প্রণয়ন ও মান বণ্টনের সুবিধার্থে কিছু নির্দেশিকা দেওয়া হল। প্রতিটি অধ্যায়ের অনুশীলনীতে সৃজনশীল প্রশ্ন পদ্ধতির উপযুক্ত ‘উদ্দীপক’ (stem) বা ‘দৃশ্যকল্প’ (scenario) বা ‘কাঠামো’ (situation) সহকারে নতুন মডেল প্রশ্ন এবং তিন শ্রেণীভুক্ত বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ) উত্তরসহ সংযোজন করা হল। এতে অধ্যাপকবৃন্দ নিজের চিন্তা সহকারে অনুরূপ প্রশ্ন তৈরি করে পরীক্ষা নিতে সহায়ক হবে।

প্রশ্নপত্রের ধারা ও মান বণ্টন নিম্নরূপ :

বিষয় : রসায়ন (তাত্ত্বিক) ২য় পত্র- ৭৫ নম্বর

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবান্ধ প্রশ্ন (৪টি স্তরবিশিষ্ট) : ৪০ নম্বর

মোট ৬টি প্রশ্ন থাকবে। যে কোন ৪টি প্রশ্নের উত্তর দিতে হবে।

$$৪ \times ১০ = ৪০$$

প্রতিটি প্রশ্নের ক্ষেত্রে একটি উপযুক্ত ‘উদ্দীপক’ (stem) বা ‘দৃশ্যকল্প’ (scenario) বা ‘কাঠামো’ (situation) থাকবে। এরপর ক, খ, গ, ঘ অংশ মিলে উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট মোট ৪টি প্রশ্ন হবে। মোট নম্বর হবে ১০। যেমন- জ্ঞানস্তর (memory)-১, অনুধাবনস্তর (understanding)-২, প্রয়োগ দক্ষতাস্তর (application)-৩, উচ্চতর চিন্তন দক্ষতাস্তর (higher thinking ability)-৪।

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ) : ৩৫ নম্বর

এক্ষেত্রে মোট ৩৫টি প্রশ্ন থাকবে। প্রতিটি প্রশ্নের মান ০১ নম্বর।

$$৩৫ \times ১ = ৩৫$$

MCQ-এর বেলায় স্তরভিত্তিক প্রশ্নসংখ্যা : জ্ঞান, অনুধাবন, প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতা মূল্যায়নের জন্য মোট প্রশ্নের যথাক্রমে ৪০%, ৩০%, ২০% ও ১০% প্রশ্ন থাকবে। জ্ঞান ও অনুধাবন স্তর মিলে (১৪+১১) = ২৫টি MCQ (৭০%) এবং প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতা স্তর মিলে (৭+৩) ১০টি MCQ (৩০%) অন্তর্ভুক্ত থাকবে।

ব্যবহারিক

দুটি পরীক্ষণ (৮+৭) = ১৫

ব্যবহারিক খাতা = ৫

মৌখিক = ৫

= ২৫

সর্বমোট = ১০০



ADMISSIONWAR.COM

ভাষার প্রেরণা ছুঁনি দিজেই

অধ্যাপকবৃন্দের জন্য নির্দেশিকা

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্ন : প্রত্যেক প্রশ্নে নিম্নোক্ত স্তরের প্রশ্ন যুক্ত হবে :

- (১) জ্ঞানস্তর (memory) : স্মৃতি শক্তি বা স্মরণ করার ক্ষমতা জ্ঞাপক; এ অংশে প্রশ্নটি হবে অতি সহজ। এ প্রশ্ন থেকে পঠিত বিষয়ে শিক্ষার্থীর স্মরণ করার ক্ষমতা অর্জন জানা যাবে। এ জাতীয় প্রশ্নে সংজ্ঞা, কী (what), কে (who), কখন (when), কোথায় (where), কী বোঝ, কাকে বলে ইত্যাদি প্রশ্নবোধক শব্দ দিয়ে প্রশ্ন করা হয়। এ প্রশ্নটিতে 'উদ্দীপক' বা দৃশ্যকল্প সংশ্লিষ্ট বা ব্যতিক্রমও হতে পারে।
- (২) অনুধাবনস্তর (understanding) : পঠিত বিষয়বস্তু বুঝেছে কিনা যাচাই করা; এ অংশের উত্তর শিক্ষার্থীকে বিষয়বস্তু বুঝে লিখতে হয়। প্রদত্ত প্রশ্নে 'দৃশ্যকল্প', 'উদ্দীপক', চিত্র, চার্ট বা সারণি বা সমীকরণ দেওয়া হয়। তা হতে বিষয়বস্তুর ব্যাখ্যা চাওয়া হয়। এ ক্ষেত্রে 'কী বোঝায়' তা 'ব্যাখ্যা কর' বা 'বর্ণনা কর' ইত্যাদি শব্দ দিয়ে প্রশ্ন করা হয়।
- (৩) প্রয়োগ দক্ষতাস্তর (application) : পাঠ্যপুস্তক থেকে অর্জিত 'জ্ঞান' ও 'অনুধাবন' কে নতুন উদ্দীপক ও দৃশ্যকল্প বা কাঠামো মতে প্রয়োগ করার ক্ষমতা অর্জন। এতে পাঠ্যপুস্তক থেকে অর্জিত জ্ঞান ও অনুধাবন মতে-তত্ত্ব, পদ্ধতি, গণনা, গ্রাফ অঙ্কন, 'সমস্যাটি সমাধান কর' তত্ত্বীয়ভাবে 'ব্যাখ্যা কর' বা 'প্রমাণ কর' ইত্যাদি শব্দ দিয়ে প্রশ্ন করা হয়।
- (৪) উচ্চতর চিন্তন দক্ষতাস্তর : (higher thinking ability) এ অংশে 'উদ্দীপক' বা 'দৃশ্যকল্প' ভিত্তিক শিক্ষার্থীর চিন্তন দক্ষতার উচ্চতর সামর্থ্য যাচাই করা হয়। এ প্রশ্নটি উদ্দীপক ও পাঠ্য বিষয়ের সমন্বয়ে করা হয়। 'উচ্চতর চিন্তন দক্ষতা' বলতে কোন বিষয়বস্তুর 'বিশ্লেষণ' (বিশেষ থেকে সাধারণ) ও 'সংশ্লেষণ' (সাধারণ থেকে বিশেষ) এবং উদ্দীপক বা দৃশ্যকল্পভিত্তিক মূল্যায়ন ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ ক্ষমতাকে বোঝায়। এ অংশের প্রশ্নে 'বিশ্লেষণ কর', 'মূল্যায়ন কর', যথার্থতা নিরূপণ কর, ব্যাখ্যা কর, 'যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর' 'তুলনা কর' ইত্যাদি শব্দ দিয়ে প্রশ্ন করা হয়।

(১) সৃজনশীল প্রশ্নটিতে 'ক', 'খ', 'গ', 'ঘ', ইত্যাদি অংশের মধ্যে একের অধিক অধ্যায় থেকে সম্পর্কযুক্ত প্রশ্ন থাকতে পারে। উদ্দীপকটি হবে মৌলিক (unique)। উদ্দীপক হিসেবে সরাসরি পাঠ্যপুস্তকের কোন অংশ বা অনুচ্ছেদ ব্যবহার করা যাবে না।

(২) পাঠ্যপুস্তকের একটি অধ্যায়ের আলোকে অথবা একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয় করে উদ্দীপক তৈরি করা যাবে।

(৩) উদ্দীপক তৈরির সময় উপরোক্ত দক্ষতার স্তরসমূহকে বিবেচনায় রেখে পরিস্থিতি নির্বাচন করতে হবে।

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

বহুনির্বাচনি প্রশ্নেরও একটি উদ্দীপক বা দৃশ্যকল্প বা সূচনা বক্তব্য (stem/scenario/situation) থাকবে। এর ভিত্তিতে কতগুলো বিকল্প উত্তর (options) দেওয়া থাকবে। এদের মধ্যে একটি সঠিক উত্তর (key) এবং অন্যগুলো বিক্রেপক (distracters) বা সঠিক উত্তর নয়। এগুলো এমনভাবে প্রণয়ন করা হয় যেন যেসব পরীক্ষার্থীর ঐ বিষয় সম্বন্ধে সুস্পষ্ট জ্ঞান নেই, তাদের বিভ্রান্ত হওয়ার খুব সম্ভাবনা থাকে।

বহুনির্বাচনি প্রশ্নের প্রকারভেদ : বহুনির্বাচনি প্রশ্ন নিম্নোক্ত তিন ধরনের হয় :

১। সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞানস্তর যাচাই করার জন্য সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে প্রশ্নবোধক বাক্য বা অসম্পূর্ণ বাক্য উদ্দীপকরূপে কাজ করে। এরপর থাকে কিছু বিকল্প উত্তর, যার মধ্যে একটি মাত্র সঠিক উত্তর থাকে। অনুধাবন স্তর যাচাই করতেও এ ধরনের প্রশ্ন হতে পারে।

২। বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Multiple Completion MCQ) : শিক্ষার্থীর অনুধাবন, প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতা যাচাই করার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন ব্যবহৃত হয়। উদ্দীপক হিসাবে এ ধরনের প্রশ্নের শুরুতে বাক্যাংশের পর ৩টি তথ্য/বিবৃতি/ধারণা দেওয়া হয়। এক্ষেত্রে ৩টি তথ্য/বিবৃতি/ধারণার মধ্যে ১টি/২টি/৩টি সঠিক হতে পারে। এ তথ্যসমূহকে সাজিয়ে ৪টি বিকল্প উত্তর দেওয়া হয়। শিক্ষার্থীকে এ ৪টি বিকল্প উত্তর থেকে ১টি সঠিক উত্তর বাছাই করতে হবে।

৩। অভিনু তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Situation Set MCQ) : এরূপ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন একটি উদ্দীপক/দৃশ্যকল্প/ সূচনা বক্তব্য (stem/scenario/situation) দিয়ে শুরু করা হয়। এ থেকে পরস্পর সম্পর্কযুক্ত কয়েকটি প্রশ্ন করা হয়। উদ্দীপকরূপে সংক্ষিপ্ত অনুচ্ছেদ, সারণি, লেখচিত্র ব্যবহৃত হতে পারে। উদ্দীপকের উপর ভিত্তি করে প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতা স্তরের যাচাই করার জন্য এরূপ প্রশ্ন ব্যবহৃত হয়। অভিনু তথ্যভিত্তিক বহু নির্বাচনি প্রশ্নের ক্ষেত্রে উদ্দীপকটি শিক্ষার্থীর নিকট এমন নতুন পরিস্থিতি সৃষ্টি করে যে ঐ শিক্ষার্থী তার পাঠ্যপুস্তকের জ্ঞান ও অনুধাবন প্রয়োগ করে নতুন পরিস্থিতি বিশ্লেষণ, যুক্তি প্রদর্শন, সিদ্ধান্ত গ্রহণ ও মূল্যায়ন করতে পারে।

সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্নের উত্তরের জন্য নম্বর বণ্টন প্রক্রিয়া

একটি সৃজনশীল প্রশ্নের চারটি অংশ যেমন- জ্ঞানমূলক, অনুধাবনমূলক, প্রয়োগমূলক ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন থাকবে। এদের নম্বর বণ্টনের নমুনা প্রক্রিয়াটি দেখানো হল :

- (ক) জ্ঞানমূলক প্রশ্ন : সংজ্ঞা, কাকে বলে (উদাহরণ দাও) = ১
- (খ) অনুধাবনমূলক প্রশ্ন : বর্ণনা কর, ব্যাখ্যা কর উদাহরণসহ, কী বোঝায় = $(১ + ১) = ২$
[উদ্দীপক মতে তথ্যের ব্যাখ্যা = ১, তথ্যের স্মরণ (জ্ঞানস্তর) = ১]
- (গ) প্রয়োগ দক্ষতাস্তর : উদ্দীপক মতে, তদ্বিতীয় অনুধাবন ব্যাখ্যাসহ ও তথ্যের স্মরণ = $(১ + ১ + ১) = ৩$
- (ঘ) উচ্চতর চিন্তন দক্ষতাস্তর : উদ্দীপক মতে, বিশ্লেষণ বা সংশ্লেষণ করে বিষয়বস্তুর তথ্য অনুধাবন উদ্দীপক মতে প্রয়োগ, তথ্যের ব্যাখ্যা ও তথ্য স্মরণ = $[(১ + ১) + ১ + ১] = ৪$
[সংশ্লেষণ বা বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা = ২, অনুধাবন = ১, তথ্যের স্মরণ = ১]



ADMISSIONWAR.COM

ভোমার সেরা ছুনি নিজেই

সূচিপত্র

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকারের শিক্ষা মন্ত্রণালয়ের ২৯/১২/১১ ইং তারিখের প্রজ্ঞাপনের মর্ম মতে সরকারি ও বেসরকারি কলেজে ২০১২ সালের জন্য অনুমোদিত ৭৬ দিন বাৎসরিক ছুটি ধরে, শিক্ষা বোর্ডের উ.মা. সা পরীক্ষা ১লা এপ্রিল থেকে শুরু এবং ২৮ শে এপ্রিল থেকে ৬ মে পর্যন্ত একাদশ শ্রেণির বার্ষিক পরীক্ষা শেষে ১৫ মে এর মধ্যে ফল প্রকাশ তথা ১৬ মে বুধবার থেকে দ্বাদশ শ্রেণির ক্লাস শুরু করে ২০ শে নভেম্বর পর্যন্ত ক্লাস সম্পন্ন করে; ২৪ শে নভেম্বর থেকে ২রা ডিসেম্বর নির্বাচনি পরীক্ষা শেষে ১১ই ডিসেম্বর ফল প্রকাশ করতে হবে। এরূপ একাডেমিক কেলেভার মতে, সরকারি ছুটি বাদে দ্বাদশ শ্রেণির জন্য সম্ভাব্য শ্রেণি কার্যকাল হয় মোট ১২১ দিন। ১২টি অধ্যয়নভিত্তিক এ ১২১ দিনের শ্রেণি কার্যকালের লেকচারসমূহকে বিষয়ভিত্তিক লেকচার ও সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা-ভিত্তিক করে নিম্নমতে বিন্যাস করা যেতে পারে।

বিষয় পৃষ্ঠা
অধ্যায় ১ : গ্রুপ-V ও গ্রুপ-VI-এর মৌলসমূহের রসায়ন ৩-৮৫
 (তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ১৩; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

ভূমিকা	৪ সার হিসেবে ফসফরাস যৌগ	৩৪
গ্রুপ-VA মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম	৪ কৃষি বিজ্ঞানে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস যৌগের গুরুত্ব	৩৫
নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের পর্যায়ভিত্তিক রাসায়নিক ধর্ম	৫ গ্রুপ-VIA মৌল : অক্সিজেন ও সালফার	৩৬
নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের মধ্যে তুলনা	৯ গ্রুপ VIA-মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম	৩৬
পর্যায় সারণিতে অবস্থান ও বন্ধন গঠনে N ও P	১০ অক্সিজেন ও সালফারের পর্যায়ভিত্তিক রাসায়নিক ধর্ম	৩৭
N ও P এর বিভিন্ন পদার্থের সাথে বিক্রিয়া	১১ অক্সিজেন ও সালফারের মধ্যে তুলনা	৪০
নাইট্রোজেনের অবস্থান, নিষ্কাশন ও ব্যবহার	১১ অক্সিজেনের অবস্থান, উৎপাদন ও ব্যবহার	৪১
ফসফরাসের অবস্থান, নিষ্কাশন ও ব্যবহার	১৩ সালফারের অবস্থান, নিষ্কাশন ও ব্যবহার	৪২
নাইট্রোজেনের হাইড্রাইডসমূহ	১৪ অক্সিজেন ও সালফার মৌলের বহুরূপতা	৪২
অ্যামোনিয়া NH ₃ ; অ্যামোনিয়ার শিল্পোৎপাদন	১৪ পর্যায় সারণিতে O ও S এর অবস্থান ও বন্ধন গঠন	৪৩
পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি	১৫ অক্সিজেন ও সালফারের বিভিন্ন যৌগসমূহ	৪৩
অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়া	১৬ অক্সাইডসমূহ	৪৩
নেস্ফার দ্রবণ	১৮ অক্সাইডসমূহের শ্রেণীবিভাগ	৪৪
অ্যামোনিয়ার ব্যবহার	১৮ অক্সাইডসমূহের অর্থনৈতিক গুরুত্ব	৪৬
নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ	১৮ সালফাইডসমূহ	৪৮
নাইট্রাস অক্সাইড বা ডাইনাইট্রোজেন অক্সাইড	১৯ সালফাইড আকরিকের অর্থনৈতিক গুরুত্ব	৪৯
নাইট্রিক অক্সাইড বা নাইট্রোজেন মনোক্সাইড	১৯ সালফারের অক্সাইডসমূহ	৪৯
ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড	২০ সালফার ডাইঅক্সাইড, SO ₂	৪৯
নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড	২১ SO ₂ গ্যাস, সালফিউরাস এসিড ও সালফাইট-এর বিক্রিয়া	৫১
ডাইনাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড	২২ SO ₂ এর ব্যবহার	৫২
নাইট্রোজেনের অক্সো-এসিডসমূহ	২২ সালফার ট্রাইঅক্সাইড বা সালফার (VI) অক্সাইড, (SO ₃)	৫২
নাইটাস এসিড ও নাইটাইট লবণ	২২ সালফিউরিক এসিড : শিল্পক্ষেত্রে H ₂ SO ₄ এর	এর
নাইটিক এসিড	২৪ অবস্থান বা গুরুত্ব	৫৩
নাইটিক এসিডের শিল্পোৎপাদন	২৪ সর্প পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিডের শিল্পোৎপাদন	৫৪
বাণিজ্যিক নাইটিক এসিডের শ্রেণীবিভাগ	২৫ অলিয়াম ও বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড	৫৭
নাইটিক এসিডের ধর্ম	২৫ H ₂ SO ₄ এর জৈব ধর্ম	৫৭
নাইট্রিক এসিডের ব্যবহার	২৬ H ₂ SO ₄ এর রাসায়নিক ধর্ম	৫৭
নাইট্রেট লবণ	২৬ পরীক্ষাগারে কিপ্ যন্ত্রে H ₂ S প্রস্তুতি	৬০
নাইট্রেট মূলকের পরীক্ষা	৩০ H ₂ S-এর রাসায়নিক ধর্ম	৬১
সার হিসেবে নাইট্রেট লবণের গুরুত্ব	৩০ সালফাইড লবণের শনাক্তকরণ	৬৪
ফসফরাস : ফসফরাসের অক্সাইড	৩১ পরিবেশের উপর N ও S যৌগের প্রভাব	৬৪
ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড, P ₂ O ₃ বা, P ₄ O ₆	কয়েকটি ঋণাত্মক আয়নের গুরুত্বপূর্ণ বিক্রিয়া	৬৫
ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড, P ₂ O ₅ বা, P ₄ O ₁₀	১ম অধ্যায়ে যা শিখলাম	৬৯
ফসফরাসের অক্সো-এসিডসমূহ	অনুশীলনী - ১ : প্রশ্ন ব্যাংক	৭১
ফসফোনিক এসিড H ₃ PO ₃	৩৩ সৃজনশীল প্রশ্ন	৭৭
ফসফরিক (V) এসিড H ₃ PO ₄		

অধ্যায় ২ : গ্রুপ-VII মৌলসমূহের রসায়ন : হ্যালোজেন গ্রুপ ৮৬-১৩৪

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ১০; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

ভূমিকা	৮৭	HF, HCl, HBr, HI-এর বিশেষ রাসায়নিক ধর্ম	১১০
হ্যালোজেন গ্রুপের মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম	৮৮	HF-এর ধর্মাবলির তুলনামূলক আলোচনা	১১৪
হ্যালোজেনসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ভৌত ধর্ম	৮৮	বিভিন্ন হ্যালোজেন যৌগের ধর্মের পার্থক্য ও শনাক্তকরণ	১১৫
হ্যালোজেনসমূহের পর্যায়ভিত্তিক রাসায়নিক ধর্ম	৯০	পরীক্ষাগারে হ্যালাইডসমূহের শনাক্তকরণ	১১৬
জারণ হিসেবে হ্যালোজেনসমূহের বিক্রিয়া	৯২	ক্রোরিনের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও যৌগের ধর্ম	১১৭
হ্যালোজেনসমূহের উৎস	৯৮	ক্রোরিনের অক্সো-এসিডসমূহে ক্রোরিনের জারণ অবস্থা ও	
হ্যালোজেনের নিষ্কাশন	৯৮	অল্প ধর্মের সম্পর্ক	১১৮
পানির সাথে হ্যালোজেনের বিক্রিয়া	১০০	অন্য হ্যালোজেনের সাথে ক্রোরিনের পার্থক্য	১১৮
স্বাদের সাথে হ্যালোজেনের বিক্রিয়া : বসামল্লভ্যতা বিক্রিয়া	১০১	হ্যালোজেনসমূহের ব্যবহার	১২০
ক্রোরিনের বিরঞ্জন ক্রিয়া ও জীবাণুনাশক ক্রিয়া	১০২	স্কার শিল্পে ক্রোরিনের যৌগসমূহের গুরুত্ব	১২২
Cl ₂ ও SO ₂ এর বিরঞ্জন ক্রিয়ার তুলনা	১০৩	কৃষিক্ষেত্রে ক্রোরিন ও ক্রোরিনের যৌগসমূহের প্রভাব	১২৩
ধাতব হ্যালাইডসমূহ	১০৩	C-Cl বন্ধনযুক্ত যৌগের গুরুত্ব ও পরিবেশের উপর হুমকি	১২৩
ধাতব হ্যালাইডের রাসায়নিক ধর্ম	১০৪	২য় অধ্যায়ে যা শিখলাম	১২৫
অধাতব হ্যালাইডসমূহ	১০৫	অনুশীলনী - ২ : প্রশ্ন ব্যাংক	১২৬
হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহের প্রস্তুতি ও সাধারণ ধর্ম	১০৬	সৃজনশীল প্রশ্ন	১৩০

অধ্যায় ৩ : d-ব্লক মৌলসমূহের রসায়ন (Sc থেকে Zn পর্যন্ত প্রথম অবস্থান্তর সিরিজ) ১৩৫-১৯৫

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ৯; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ২ পিরিয়ড)

ভূমিকা	১৩৬	সৌহের শনাক্তকরণ পরীক্ষা	১৬৯
d-ব্লক মৌল	১৩৬	কোবাল্ট : কোবাল্টের অবস্থান বা উৎস	১৭১
অবস্থান্তর মৌল	১৩৭	আকরিক থেকে কোবাল্ট নিষ্কাশন	১৭১
প্রথম অবস্থান্তর মৌল (বা, 3d মৌল)সমূহের ভৌত ধর্ম	১৩৯	কোবাল্ট শনাক্তকরণ পরীক্ষা	১৭২
প্রথম অবস্থান্তর মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম	১৪১	নিকেল : নিকেলের অবস্থান বা উৎস	১৭৩
অবস্থান্তর ধাতু নিষ্কাশন পদ্ধতি	১৫১	আকরিক থেকে নিকেল নিষ্কাশন	১৭৩
টাইটেনিয়াম : টাইটেনিয়ামের অবস্থান	১৫২	নিকেল শনাক্তকরণ পরীক্ষা	১৭৫
আকরিক থেকে টাইটেনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন	১৫২	কপার : কপারের অবস্থান বা উৎস	১৭৫
ভ্যানাডিয়াম : ভ্যানাডিয়ামের অবস্থান বা উৎস	১৫৩	আকরিক থেকে কপার নিষ্কাশন	১৭৬
আকরিক থেকে ভ্যানাডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন	১৫৪	কপারের বিক্রিয়াসমূহ	১৭৭
ক্রোমিয়াম : ক্রোমিয়ামের অবস্থান বা উৎস	১৫৫	কপারের ব্যবহার	১৭৮
ফেরোক্সোম উৎপাদন	১৫৫	কপারের শনাক্তকরণ পরীক্ষা	১৭৮
আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন	১৫৫	জিংক : জিংকের অবস্থান বা উৎস	১৭৯
ম্যাঙ্গানিজ : ম্যাঙ্গানিজের অবস্থান বা উৎস	১৫৬	আকরিক থেকে জিংক নিষ্কাশন	১৭৯
আকরিক থেকে ম্যাঙ্গানিজ নিষ্কাশন	১৫৬	জিংকের বিক্রিয়াসমূহ	১৮০
Mn, Cr, V এর বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও রূপান্তর	১৫৭	জিংকের যৌগসমূহ ও তাদের পরিবর্তন	১৮১
ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর	১৫৮	জিংকের ব্যবহার	১৮১
ক্রোমিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর	১৬০	জিংকের শনাক্তকরণ পরীক্ষা	১৮১
ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর	১৬৩	৩য় অধ্যায়ে যা শিখলাম	১৮২
লৌহ বা আয়রন : লৌহের অবস্থান বা উৎস	১৬৬	অনুশীলনী - ৩ : প্রশ্ন ব্যাংক	১৯০
আকরিক থেকে লৌহ নিষ্কাশন : ঢালাই লৌহ উৎপাদন	১৬৬	সৃজনশীল প্রশ্ন	১৯০
লৌহের যৌগসমূহ	১৬৭		

অধ্যায় ৪ : জৈব রসায়নের সূচনা ১৯৬-২৫০

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ৮; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

ভূমিকা	১৯৭	C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₂ এর গঠন, কক্ষন কোণ ও কক্ষন দূরত্ব	২০৭
জৈব যৌগ গঠনে কার্বন মৌলের বিশিষ্টতা	১৯৭	জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ	২০৭
জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য	১৯৭	কার্বকরী মূলক	২১০
সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব	২০০	সমগোত্রীয় শ্রেণী	২১২
সমযোজী বন্ধন আধুনিক অরবিটাল মডেল	২০১	জৈব যৌগের গুরুত্ব ও জৈব রসায়নের অবদান	২১২
গারমাণিক অরবিটাল সংকরণ ও কার্বনের চতুর্ভোজতা	২০৩	জৈব যৌগের নামকরণ : ভূমিকা	২১৩
কার্বনের sp ³ সংকরণ ও মিথেন অণু (CH ₄) গঠন	২০৩	অ্যালিফেটিক যৌগের নামকরণ	২১৩
কার্বনের sp ² সংকরণ ও ইথিন বা ইথিলিন অণুর গঠন	২০৪	জেনেতা বা IUPAC পদ্ধতি	২১৪
কার্বনের sp সংকরণ ও ইথাইনের গঠনাকৃতি	২০৬		

জৈব বিক্রিয়া ও বিক্রিয়ার কয়েকটি দিক :	জৈব জ্যামিতিক সমাণুতার ব্যাখ্যা	২৩১
বিক্রিয়া ও প্রকারভেদ	আলোক সমাণুতা	২৩২
জৈব বিক্রিয়ার কৌশল ও বিক্রিয়া সংশ্লিষ্ট কয়েকটি 'পদ'	আলোক সক্রিয়তার ব্যাখ্যা	২৩৫
কার্বন-কার্বন বন্ধন ডাঙন বা বিভাজন	একক অপ্রতিসম কার্বন যৌগের আলোক সক্রিয়তা	২৩৬
কার্বোনিয়াম আয়ন	এনানসিওমারিজম	২৩৬
কার্বানায়ন	রেসিমিক মিশ্রণ	২৩৭
আক্রমণকারী বিকারক ও এদের ভূমিকা	৪র্থ অধ্যায়ে যা শিখলাম	২৩৮
সমাণুতা : সমাণুতার সংজ্ঞা ও শ্রেণীবিভাগ	অনুশীলনী-৪ : প্রশ্ন ব্যাংক	২৩৯
জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস-ট্রান সমাণুতা	সৃজনশীল প্রশ্ন	২৪৬
অধ্যায় ৫ : হাইড্রোকার্বন		২৫১-৩৩৪

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ১৪; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ২ পিরিয়ড)

ভূমিকা : হাইড্রোকার্বন	২৫২	ইথেন, ইথিন ও ইথাইন মিশ্রণ	২৮৯
অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের উৎস	২৫৪	অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের তুলনা	২৯০
জ্বালানি তৈলের অক্টেন নাম্বার	২৫৬	অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন : বেনজিন ও টলুইন :	
অ্যালকেন : সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা প্যারারফিন	২৫৭	ভূমিকা	২৯০
পরীক্ষাগারে অ্যালকেন প্রস্তুতি	২৫৭	অ্যারিনস ও বেনজিনের সমগোত্রক	২৯১
অ্যালকেনের শিল্পোৎপাদন	২৫৮	অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বশিকল	২৯২
অ্যালকেন সংশ্লেষণ	২৫৯	অ্যারোমেটিক যৌগের উৎস	২৯২
অ্যালকেনের ভৌত ধর্ম	২৬০	কয়লার বিধ্বংসী পাতন বা অন্তর্ধূম পাতন	২৯২
অ্যালকেনের রাসায়নিক ধর্ম	২৬০	আলকাতরা বা কোলটারের আর্ধশিক পাতন	২৯৩
অ্যালকেনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া	২৬১	আলকাতরা বা লঘু তৈল থেকে বেনজিন পৃথকীকরণ	২৯৩
অ্যালকেনের তাপীয় বিয়োজন	২৬৩	কোল গ্যাস থেকে বেনজিন	২৯৪
অ্যালকেনের সমাণুকরণ	২৬৩	পেট্রোলিয়াম থেকে বেনজিন ও টলুইনের উৎপাদন	২৯৪
অ্যালকাইল মূলক	২৬৪	পরীক্ষাগারে বেনজিন প্রস্তুত পদ্ধতি	২৯৫
অ্যালকেনের ব্যবহার	২৬৪	পরীক্ষাগারে টলুইন বা মিথাইল বেনজিন প্রস্তুতি	২৯৬
অসম্পৃক্ত হাইড্রোজেন : অ্যালকিন ও অ্যালকাইন	২৬৫	বেনজিনের ভৌত ধর্ম	২৯৮
পরীক্ষাগারে অ্যালকিন প্রস্তুতি	২৬৫	বেনজিনের রাসায়নিক ধর্ম	২৯৮
অ্যালকিনের শিল্পোৎপাদন	২৬৬	বেনজিনের যুত বিক্রিয়া	২৯৯
অ্যালকিনের ভৌত ধর্ম	২৬৭	বেনজিনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া	৩০০
অ্যালকিনের রাসায়নিক ধর্ম	২৬৭	বেনজিনের ব্যবহার	৩০৫
অ্যালকিনের যুত বিক্রিয়া	২৬৮	অ্যারোমেটসিটি বা অ্যারোমেটিকত্ব	৩০৬
অ্যালকিনের জারণ	২৭৪	অ্যারোমেটসিটি ও হাকেল তত্ত্ব	৩০৭
অ্যালকিনের যুত পলিমারকরণ	২৭৫	অ্যারোমেটিক মূলক বা অ্যারাইল মূলক	৩০৭
অ্যালকিনের ব্যবহার	২৭৮	বেনজিন উদ্ভূতকের সমাণুতা ও নামকরণ	৩০৮
অ্যালকিনাইল	২৭৮	বেনজিন চক্র প্রতিস্থাপকের প্রভাব	৩১০
পরীক্ষাগারে অ্যালকাইন প্রস্তুতি	২৭৯	বেনজিন বলয়ে প্রথম প্রতিস্থাপকের ইলেকট্রোফাইলের	
অ্যালকাইনের শিল্পোৎপাদন	২৮০	প্রতি নির্দেশক প্রভাব	৩১০
অ্যালকাইনের ভৌত ধর্ম	২৮১	টলুইনের ভৌত ধর্ম	৩১৩
অ্যালকাইনের রাসায়নিক ধর্ম	২৮১	টলুইনের রাসায়নিক ধর্ম	৩১৩
অ্যালকাইনের যুত বিক্রিয়া	২৮২	পার্শ্ব শিকল-CH ₃ মূলকের জন্য বিক্রিয়া	৩১৪
অ্যালকাইনের জারণ বিক্রিয়া	২৮৫	টলুইনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন	৩১৫
অ্যালকাইনের পলিমারকরণ	২৮৬	টলুইনের ব্যবহার	৩১৭
অ্যালকাইন-১ যেনন, ইথাইন-এর অল্পধর্মিতা	২৮৭	অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য	৩১৭
অ্যালকাইনের ব্যবহার	২৮৮	৫ম অধ্যায়ে যা শিখলাম	৩১৮
অ্যালকাইন-১ ও অ্যালকাইন-২ এর মধ্যে পার্থক্যকরণ	২৮৮	অনুশীলনী-৫ : প্রশ্ন ব্যাংক	৩১৯
অ্যালকিন-১ ও অ্যালকাইন-১ এর মধ্যে পার্থক্যকরণ	২৮৯	সৃজনশীল প্রশ্ন	৩২৬

অধ্যায় ৬ : অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের হ্যালোজেন জাতক ৩৩৫-৩৭৪

অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের হ্যালোজেন জাতক :

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ৬; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

ভূমিকা	৩৩৫	ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতিতে নামকরণ	৩৩৭
হ্যালোজেনো অ্যালকেনের শ্রেণীবিভাগ	৩৩৬	হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সমাণুতা	৩৩৮
ডাইহ্যালোজেনো অ্যালকেনের শ্রেণীবিভাগ	৩৩৬	হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি	৩৩৮

পরীক্ষাগার পদ্ধতিতে CH_3I ও C_2H_5I প্রস্তুতি	৩৩৯	অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতকের ব্যবহার	৩৫৬
হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ভৌত ধর্ম	৩৪১	অ্যারোমেটিক হ্যালোজেন জাতকের ব্যবহার	৩৫৭
হ্যালোজেনো অ্যালকেনের বন্ধন প্রকৃতি	৩৪১	গ্রিন হাউস ও ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন	৩৫৮
হ্যালোজেনো অ্যালকেনের রাসায়নিক বিক্রিয়া	৩৪২	অ্যারোমেটিক হ্যালোজেনো যৌগ ও হ্যালোজেনো	৩৫৯
কেন্দ্রাকর্ষী বা নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া	৩৪৩	অ্যারিন : হ্যালোজেনো অ্যারিনের সংজ্ঞা	৩৫৯
নিউক্লিওফাইলের প্রভাবে β -অপসারণ বিক্রিয়া	৩৪৮	হ্যালোজেনো অ্যারিন বা অ্যারাইল হ্যালাইড প্রস্তুতি	৩৫৯
ধাতুর সাথে RX -এর বিক্রিয়া	৩৫০	হ্যালোজেনো অ্যারিনের ভৌত ধর্ম	৩৬০
কতিপয় গুরুত্বপূর্ণ পলিহ্যালোজেনো অ্যালকেন :		হ্যালোজেনো অ্যারিনের রাসায়নিক ধর্ম	৩৬০
পলিহ্যালোজেনো যৌগ	৩৫১	ক্লোরোবেনজিনে ক্লোরিন পরমাণুর প্রতিস্থাপন	৩৬১
ক্রোরোফরম	৩৫২	ক্লোরোবেনজিনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন	৩৬২
আয়োডোফরম	৩৫৩	হ্যালোজেনো অ্যারিনের ব্যবহার	৩৬৩
ক্রোরোফরমের রাসায়নিক ধর্ম	৩৫৩	ডি. ডি. টি	৩৬৩
ক্রোরোফরম শনাক্তকরণ : কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া	৩৫৫	হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও হ্যালোজেনো অ্যারিন-এর মধ্যে তুলনা	৩৬৪
ক্রোরোফরমের ব্যবহার	৩৫৫	৬ষ্ঠ অধ্যায়ে যা শিখলাম	৩৬৫
কার্বন টেট্রাক্লোরাইড বা, পাইরিন CCl_4	৩৫৫	অনুশীলনী - ৬ : প্রশ্ন ব্যাংক	৩৬৬
ক্রোরো-ফ্লোরো-কার্বন ও ফ্রিয়নস	৩৫৫	সৃজনশীল প্রশ্ন	৩৬৯
অধ্যায় ৭ : অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথারসমূহ			৩৭৫-৪৩১

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ১০; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

অ্যালকোহল : ভূমিকা	৩৭৫	ফেনলের শিল্পোৎপাদন	৩৯৮
অ্যালকোহলের নামকরণ	৩৭৬	ফেনলের ভৌত ধর্ম	৪০০
অ্যালকোহলের শ্রেণীবিভাগ	৩৭৭	ফেনলের রাসায়নিক ধর্ম	৪০০
অ্যালকোহলের সমাগুতা	৩৭৮	ফেনলের-OH মূলকের বিক্রিয়া	৪০১
অ্যালকোহলের পরীক্ষাগার সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৩৭৯	বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া	৪০৫
মিথানল (CH_3OH)-এর শিল্পোৎপাদন	৩৮১	ফেনলের বিশেষ বিক্রিয়া	৪০৬
ইথানল (CH_3CH_2OH)-এর শিল্পোৎপাদন	৩৮২	ফেনলের শনাক্তকরণ পরীক্ষা	৪০৭
ফারমেটেশন বা গাঁজন প্রক্রিয়ায় ইথানলের শিল্পোৎপাদন	৩৮২	ফেনলের ব্যবহার	৪০৮
মিথিলেটেড স্পিরিট	৩৮৫	পিকরিক এসিড	৪০৮
পাওয়ার অ্যালকোহল	৩৮৫	ফেনল ও অ্যালকোহলের মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য	৪০৯
শিল্পক্ষেত্রে অ্যালকোহলের ব্যবহার	৩৮৫	ইথারসমূহ : ভূমিকা	৪১১
অ্যালকোহলের সাধারণ ব্যবহার	৩৮৬	ইথারের শ্রেণীবিভাগ	৪১১
অ্যালকোহলের ভৌত ধর্ম	৩৮৬	ইথারের নামকরণ	৪১২
অ্যালকোহলের রাসায়নিক ধর্ম	৩৮৮	ইথারের সমাগুতা	৪১৩
অ্যালকোহলের O-H বন্ধন ভাঙন সংক্রান্ত বিক্রিয়াসমূহ	৩৮৮	ইথারের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৪১৩
অ্যালকোহলের C-OH বন্ধনের ভাঙন সংক্রান্ত বিক্রিয়া	৩৯১	ইথারের ভৌত ধর্ম	৪১৪
1°, 2°, 3° অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য	৩৯৪	ইথারের রাসায়নিক ধর্ম	৪১৫
বিভিন্ন অ্যালকোহলের শনাক্তকরণ পরীক্ষা	৩৯৫	ইথার ও অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য	৪১৭
আরোহ পদ্ধতি ও অবরোহ পদ্ধতি	৩৯৬	ইথারের ব্যবহার	৪১৮
অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি যৌগ : ফেনল	৩৯৬	৭ম অধ্যায়ে যা শিখলাম	৪১৯
ফেনলের নামকরণ ও শ্রেণীবিভাগ	৩৯৭	অনুশীলনী - ৭ : প্রশ্ন ব্যাংক	৪২০
পরীক্ষাগারে ফেনল প্রস্তুতি	৩৯৮	সৃজনশীল প্রশ্ন	৪২৫

অধ্যায় ৮ : অ্যালডিহাইড ও কিটোন			৪৩২-৪৮১
(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ৮; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ২ পিরিয়ড)			

ভূমিকা :	৪৩২	বেনজোফেনোন প্রস্তুতি	৪৪২
কার্বনাইল যৌগের শ্রেণীবিভাগ	৪৩৩	কার্বনাইল মূলকের অরবিটাল গঠন	৪৪৩
অ্যালডিহাইড ও কিটোনের নামকরণ	৪৩৪	কার্বনাইল মূলক ও কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের তুলনা	৪৪৪
কার্বনাইল যৌগের সমাগুতা	৪৩৬	অ্যালডিহাইড কিটোনের ভৌত ধর্ম	৪৪৫
মিথান্যাল বা ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুতি	৪৩৮	কার্বনাইল যৌগের রাসায়নিক ধর্ম	৪৪৬
ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রস্তুতি	৪৩৯	অ্যালডিহাইড কিটোনের রাসায়নিক বিক্রিয়া	৪৪৮
প্রোপানোন বা অ্যাসিটোন প্রস্তুতি	৪৪০	কার্বনাইল মূলকের নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া	৪৪৯
ইথান্যাল ও প্রোপানোনের পরীক্ষাগার প্রস্তুত পদ্ধতি	৪৪০	অ্যামোনিয়া জাতকসহ সংযোজন বিক্রিয়া	৪৫১
বেনজ্যালডিহাইড প্রস্তুতি	৪৪১	কার্বনাইল যৌগের জারণ বিক্রিয়া : বিভিন্ন জারকসহ	৪৫৪

কার্বনাইল যৌগের বিজ্ঞান বিক্রিয়া-১ বিভিন্ন বিজ্ঞানকরণ	৪৫৭	অ্যালডিহাইড ও কিটোনের ব্যবহার	৪৬৭
অ্যালকালি ও হ্যালোজেনসহ হ্যালোফরম বিক্রিয়া	৪৫৮	অ্যালিফেটিক ও আরোম্যাটিক অ্যালডিহাইডের তুলনা	৪৬৮
ক্ষার দ্রবণসহ কার্বনাইল যৌগের বিক্রিয়া	৪৫৯	৮ম অধ্যায়ে যা শিখলাম	৪৬৯
অ্যালডিহাইডসমূহের পলিমার গঠন	৪৬২	অনুশীলনী-৮ : প্রশ্ন ব্যাংক	৪৭০
কার্বনাইল যৌগে ক্রোমিনেশন	৪৬৪	সৃজনশীল প্রশ্ন -	৪৭৫
কার্বনাইল মূলক ও অ্যালডিহাইড কিটোন শনাক্তকরণ	৪৬৫		

অধ্যায় ৯ : জৈব এসিড ও এদের জাতকসমূহ **৪৮২-৫৪২**
(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ১০; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ২ পিরিয়ড)

ভূমিকা	৪৮২	এসিড অ্যানহাইড্রাইডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৫১০
কার্বক্সিলিক এসিডের শ্রেণীবিভাগ	৪৮৩	এসিড অ্যানহাইড্রাইডের রাসায়নিক বিক্রিয়া	৫১১
কার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণ	৪৮৪	অ্যাসাইলেশন	৫১১
এসিড জাতকসমূহের নামকরণ	৪৮৬	এসিড অ্যানহাইড্রাইডের বিজ্ঞানকরণ	৫১৩
কার্বক্সিলিক এসিডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৪৮৭	এসিড ক্লোরাইড ও অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়াসমূহ	৫১৩
মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিডের শিল্পোৎপাদন	৪৮৯	অ্যাসাইল হ্যালাইডের ব্যবহার	৫১৩
ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিডের শিল্পোৎপাদন	৪৮৯	ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের ব্যবহার	৫১৪
ইথানোয়িক এসিডের ব্যবহার	৪৯১	এস্টার : ভূমিকা	৫১৪
ভিনেগার প্রস্তুতি : কুইক ভিনেগার পদ্ধতি	৪৯১	এস্টারের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৫১৪
বেনজোয়িক এসিডের শিল্পোৎপাদন	৪৯২	এস্টারের রাসায়নিক ধর্ম	৫১৬
কার্বক্সিলিক এসিডসমূহের ভৌত ধর্ম	৪৯২	এস্টারের আর্দ্র-বিশ্লেষণ	৫১৬
কার্বক্সিলিক এসিডের রাসায়নিক ধর্ম	৪৯৩	এস্টার থেকে অ্যামাইড গঠন	৫১৬
কার্বক্সিল মূলকের H-পরমাণুর প্রতিস্থাপন	৪৯৩	এস্টারের বিজ্ঞানকরণ	৫১৭
কার্বক্সিল মূলকের -OH অংশের প্রতিস্থাপন	৪৯৭	এস্টারের প্রস্তুতি ও বিক্রিয়ার সার-সংক্ষেপ	৫১৮
এসিডের কার্বনাইল মূলকের বিশেষ বিক্রিয়া	৪৯৯	এস্টারের ব্যবহার	৫১৮
কার্বক্সিল মূলকের জন্য বিক্রিয়া	৫০০	পলিএস্টার	৫১৮
অ্যালকাইল মূলকে প্রতিস্থাপন	৫০১	তৈল ও চর্বি : সাবান	৫১৯
অ্যারোমেটিক এসিডের বলয়ে প্রতিস্থাপন	৫০২	ডিটারজেন্ট	৫২১
কার্বক্সিল মূলকের পরীক্ষা	৫০৩	ডিটারজেন্ট উৎপাদন	৫২২
মিথানোয়িক এসিড ও ইথানোয়িক এসিড-এর তুলনা	৫০৩	ডিটারজেন্টের শ্রেণীবিভাগ	৫২৩
মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিড অ্যালডিহাইড	৫০৩	এসিড অ্যামাইড : ভূমিকা	৫২৩
(বিজ্ঞানক) ও এসিড উভয়রূপে ক্রিয়াশীল	৫০৩	এসিড অ্যামাইডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৫২৩
মিথানোয়িক এসিড ও ইথানোয়িক এসিড-এর	৫০৪	অ্যামাইডের রাসায়নিক ধর্ম	৫২৪
পার্বক্যাসূচক পরীক্ষা	৫০৪	অ্যামাইডের ব্যবহার	৫২৬
কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক : ভূমিকা : এসিড জাতক	৫০৫	পলিঅ্যামাইড ও নাইলন	৫২৬
এসিড জাতকের ভৌত ধর্ম	৫০৫	ইউরিয়া : ভূমিকা	৫২৭
কার্বক্সিলিক এসিডের জাতকসমূহের সক্রিয়তা	৫০৬	ইউরিয়ার শিল্পোৎপাদন	৫২৮
অ্যাসাইল ক্লোরাইড, RCO-Cl :		নাইট্রাইল বা সায়ানাইড : ভূমিকা	৫২৯
অ্যাসাইল ক্লোরাইডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৫০৭	নাইট্রাইলের প্রস্তুত প্রণালী	৫২৯
অ্যাসাইল ক্লোরাইডের রাসায়নিক ধর্ম	৫০৭	নাইট্রাইলের রাসায়নিক ধর্ম	৫৩০
নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন : অ্যাসাইলেশন	৫০৮	৯ম অধ্যায়ে যা শিখলাম	৫৩১
অ্যাসাইল ক্লোরাইডের বিজ্ঞানকরণ	৫০৯	অনুশীলনী-৯ : প্রশ্ন ব্যাংক	৫৩২
এসিড অ্যানহাইড্রাইড : ভূমিকা	৫১০	সৃজনশীল প্রশ্ন	৫৩৮

অধ্যায় ১০ : অ্যামিনসমূহ **৫৪৩-৫৮২**
(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ৬; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

ভূমিকা	৫৪৩	অ্যালিফেটিক অ্যামিনের ভৌত ধর্ম	৫৫৪
অ্যামিনের শ্রেণীবিভাগ	৫৪৪	অ্যারোমেটিক অ্যামিনের ভৌত ধর্ম	৫৫৫
প্রাণিদেহে অ্যামিনের গুরুত্ব	৫৪৬	অ্যামিনসমূহের রাসায়নিক ধর্ম	৫৫৫
অ্যালিফেটিক অ্যামিনের নামকরণ	৫৪৭	অ্যামিনসমূহের ক্ষারধর্মিতা	৫৫৫
অ্যারোমেটিক অ্যামিনের নামকরণ	৫৪৮	অ্যামিন মূলকের সক্রিয় H-পরমাণুর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া	৫৫৯
অ্যামিনের সমাগুতা	৫৪৯	নাইটাস এসিডের সাথে অ্যামিনের বিক্রিয়া	৫৬১
অ্যামিনসমূহের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী	৫৫০	কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া : 1° অ্যামিনের শনাক্তকরণ	৫৬৩
পরীক্ষাগারে মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুতি	৫৫২	অ্যামিনো মূলকের জারণ	৫৬৩
পরীক্ষাগারে ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন প্রস্তুতি	৫৫৩	অ্যানিলিনে বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া	৫৬৪

কতগুলো অ্যামিনের ব্যবহার	৫৬৬	যুগল গঠন বা কাপলিং বিক্রিয়া	৫৭০
ডায়াজেনিয়াম লবণ : ডায়াজেনিয়াম লবণের সঙ্জ	৫৬৭	অ্যাজো-রঞ্জক বা ডাই	৫৭১
পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্রোরাইড প্রস্তুতি	৫৬৭	অ্যাজো রঞ্জক প্রস্তুতি	৫৭২
বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্রোরাইডের ভৌত ধর্ম	৫৬৮	ডায়াজেনিয়াম লবণের গুরুত্ব	৫৭৩
ডায়াজেনিয়াম ক্রোরাইডের রাসায়নিক ধর্ম	৫৬৮	১০ম অধ্যায়ে যা শিখলাম	৫৭৪
ডায়াজো মূলকের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া	৫৬৮	অনুশীলনী-১০ : প্রশ্ন ব্যাংক	৫৭৫
ডায়াজোমূলকের বিজারণ	৫৭০	সৃজনশীল প্রশ্ন	৫৭৮

অধ্যায় ১১ : বায়োঅণুসমূহের রসায়ন ... ৫৮৩-৬২৩

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ৬; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

ভূমিকা	৫৮৩	এনজাইম	৬০৪
পলিস্যাকারাইড ও গ্লুকোজ	৫৮৫	নিউক্লিক এসিড : নিউক্লিয়োপ্রোটিন	৬০৫
কার্বোহাইড্রেটের শ্রেণীবিভাগ	৫৮৬	নিউক্লিক এসিডের পেটোজি টিনি	৬০৬
মনোস্যাকারাইড	৫৮৭	পিরিমিডিন ক্ষারক ও পিউরিন ক্ষারক	৬০৬
গ্লুকোজ অণুর গঠন ও ফিশার সংকেত	৫৮৭	নিউক্লিয়োসাইড	৬০৭
D-গ্লুকোজের সাইক্লিক বা চাক্রিক গঠন	৫৮৮	নিউক্লিয়োটাইড : নিউক্লিক এসিডের একক	৬০৮
চিনির বিজারণ ক্ষমতা	৫৯০	পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল : DNA এবং RNA	৬০৯
ডাইস্যাকারাইড	৫৯১	DNA-এর সেকেন্ডারি গঠনচিত্র	৬১০
বিভিন্ন পলিস্যাকারাইডের গঠন	৫৯১	DNA এর জৈবিক ভূমিকা	৬১১
প্রোটিন : প্রোটিন ও প্রোটিনের গুরুত্ব	৫৯৫	প্রোটিন সংশ্লেষণে নিউক্লিক এসিডের ভূমিকা	৬১৩
অ্যামাইনো এসিড বা সরল প্রোটিনের একক	৫৯৫	DNA এবং RNA এর পার্থক্য	৬১৫
α-অ্যামাইনো এসিড সংশ্লেষণ	৫৯৮	প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের মধ্যে পার্থক্য	৬১৬
α-অ্যামাইনো এসিডের ধর্ম	৫৯৯	১১শ অধ্যায়ে যা শিখলাম	৬১৭
পেপটাইড বন্ধন ও প্রোটিন	৬০১	অনুশীলনী-১১ : প্রশ্ন ব্যাংক	৬১৮
প্রোটিন ও অ্যামাইনো এসিড শনাক্তকরণ	৬০২	সৃজনশীল প্রশ্ন	৬২১
প্রোটিনের গঠন	৬০২		

অধ্যায় ১২ : জৈব যৌগের বিশোধন ও বিশ্লেষণ ... ৬২৪-৬৬১

(তত্ত্বীয় লেকচার সংখ্যা : ৩; সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা : ১ পিরিয়ড)

ভূমিকা	৬২৪	জৈব যৌগে হ্যালোজেনের পরিমাণ নির্ণয়	৬৪৪
জৈব যৌগের বিশোধন	৬২৫	জৈব যৌগে সালফার-এর পরিমাণ নির্ণয়	৬৪৪
কেলাসন	৬২৫	জৈব যৌগে অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয়	৬৪৫
আর্থশিক কেলাসন	৬২৬	স্বূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয়	৬৪৬
উর্ধ্বপাতন	৬২৬	জৈব যৌগে কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণ ও সদৃশ যৌগের	৬৪৭
পাতন	৬২৭	পার্থক্যকরণ : জৈব যৌগে অসঙ্গততার পরীক্ষা	৬৪৬
আর্থশিক পাতন	৬২৮	নাইট্রোজেনবিহীন কার্যকরী মূলকসমূহের পরীক্ষা	৬৪৭
বাষ্প-পাতন বা স্টিম পাতন	৬২৯	নাইট্রোজেন সংবলিত কার্যকরী মূলকসমূহের পরীক্ষা	৬৪৯
নিম্নচাপ পাতন বা অনুপ্রেষ পাতন	৬৩০	জৈব রসায়নে কার্যকরী মূলকের গুরুত্ব	৬৫০
দ্রাবক নিষ্কাশন	৬৩১	কার্যকরী মূলকভিত্তিক সমস্যা ও সমাধান	৬৫২
ক্রোমাটোগ্রাফী	৬৩২	স্বূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় বিষয়ক সমস্যা ও	৬৫৩
জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার পরীক্ষা	৬৩৪	সমাধান	৬৫৩
জৈব যৌগের আণবিক বিশ্লেষণ	৬৩৭	১২শ অধ্যায়ে যা শিখলাম	৬৫৭
জৈব যৌগে মৌলসমূহের মাত্রিক বিশ্লেষণ	৬৩৯	অনুশীলনী-১২ : প্রশ্ন ব্যাংক	৬৫৮
জৈব যৌগে C ও H-এর পরিমাণ নির্ণয়	৬৩৯	সৃজনশীল প্রশ্ন	৬৬০
জৈব যৌগে N-এর পরিমাণ নির্ণয়	৬৪১		
পরিশিষ্ট - ১ : জৈব রসায়নে ব্যবহৃত কতিপয় বিকারক	...	...	৬৬২
পরিশিষ্ট - ২ : জৈব যৌগের গুরুত্বপূর্ণ সমগোত্রীয় শ্রেণী ও তাদের পরিচয়	...	...	৬৬৪
পরিশিষ্ট - ৩ : সমগোত্রীয় যৌগের কার্বন শিকল বৃদ্ধি বা হ্রাসকরণ	...	...	৬৬৪
পরিশিষ্ট - ৪ : অ্যালিফেটিক যৌগে কার্যকরী মূলকের রূপান্তর	...	...	৬৬৫
পরিশিষ্ট - ৫ : অ্যারিন থেকে বিভিন্ন অ্যারোম্যাটিক যৌগের সংশ্লেষণ প্রক্রিয়া	...	...	৬৬৭

মডেল প্রশ্ন ... ৬৬৮-৬৭২

মোট লেকচার সংখ্যা (তত্ত্বীয়) : ১০৩ টি; মোট সৃজনশীল প্রশ্ন আলোচনা ১৭ পিরিয়ড



ADMISSIONWAR.COM

তোমার প্রেরণা তুমি নিজেই

উচ্চ মাধ্যমিক

রসায়ন

[দ্বিতীয় পত্র]



ADMISSIONWAR.COM

তোমার প্রেরণা তুমি নিজেই



ADMISSIONWAR.COM

তোমার প্রেরণা তুমি নিজেই

গ্রুপ-V ও গ্রুপ-VI এর মৌলসমূহের রসায়ন

The Chemistry of the Elements in Group-V & Group-VI

← s-block →		← p-block →																																				
IA	IIA																																					
													0																									
		← d-block →						III A	IV A	VA	VIA	VII A																										
									N	O																												
									P	S																												
									As	Se																												
									Sb	Te																												
									Bi	Po																												
← f-block →																																						
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																																						

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। নাইট্রোজেন, ফসফরাস, অক্সিজেন ও সালফারের উৎস (বিশেষত অক্সাইড ও সালফাইড);
- ২। নাইট্রোজেনের সাথে ফসফরাস এবং অক্সিজেনের সাথে সালফারের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের তুলনা;
- ৩। পর্যায় সারণিতে অবস্থান ও গঠনের ভিত্তিতে এ সব মৌলের রাসায়নিক ধর্মের ব্যাখ্যা;
- ৪। অক্সাইডসমূহ, ধাতব সালফাইডসমূহ;
- ৫। অ্যামোনিয়া, নাইট্রিক এসিড ও সালফিউরিক এসিডের শিল্প উৎপাদন;
- ৬। নাইট্রাইট, নাইট্রেট, সালফাইড, সালফেট আয়নের গুরুত্বপূর্ণ বিক্রিয়া;
- ৭। কৃষিবিজ্ঞানে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস যৌগের গুরুত্ব;
- ৮। অক্সাইড, সালফাইড ও সালফিউরিক এসিডের গুরুত্ব;
- ৯। পরিবেশের ওপর কতিপয় নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব।

উদ্দেশ্য (Objectives)

- ☞ গ্রুপ-VA মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
- ☞ গ্রুপ-VIA মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
- ☞ শিল্পক্ষেত্রে এ সব মৌলের যৌগসমূহের গুরুত্ব সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
- ☞ কৃষিবিজ্ঞানে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস যৌগের গুরুত্ব সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
- ☞ পরিবেশের ওপর কতিপয় নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব।

১.১ ভূমিকা (Introduction)

পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-V এবং গ্রুপ-VI প্রত্যেকেই দুটি করে উপ-গ্রুপে বিভক্ত। এদেরকে গ্রুপ-VA ও গ্রুপ-VB এবং গ্রুপ-VIA ও গ্রুপ-VIB বলা হয়। গ্রুপ-VB ও গ্রুপ-VIB এ দুটি উপ-গ্রুপকে d-ব্লক মৌলসমূহের রসায়ন এর অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। তাই এ অধ্যায়ে উভয় উপ-গ্রুপ (VA ও VIA) কে যথাক্রমে গ্রুপ-V ও গ্রুপ-VI হিসেবে বোঝানো হয়েছে।

গ্রুপ-VA এর মৌলসমূহ : পর্যায় সারণির গ্রুপ-VA এর মোট পাঁচটি মৌল আছে। এগুলো হচ্ছে— নাইট্রোজেন (N), ফসফরাস (P), আর্সেনিক (As), অ্যান্টিমনি (Sb), বিসমাথ (Bi)। নাইট্রোজেন ও ফসফরাস হল অধাতু, আর্সেনিক ও অ্যান্টিমনি হল অপধাতু এবং বিসমাথ হল ধাতু। নাইট্রোজেন ও ফসফরাস উভয়ই রাসায়নিক সারের উপাদান। নাইট্রোজেন ও ফসফরাস সম্বন্ধে এ অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে।

ইলেকটন বিন্যাস : গ্রুপ-VA এর মৌলসমূহের ইলেকটন বিন্যাস হল :

$$N (7) = 1s^2 2s^2 2p^3$$

$$P (15) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$$

$$As (33) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$$

$$Sb (51) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^3$$

$$Bi (83) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^3$$

এদের ইলেকটন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে পাঁচটি ইলেকটন ($ns^2 np^3$) থাকায় এদের পর্যায় সারণিতে গ্রুপ VA-এর মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের ক্রম পরিবর্তন ও সাদৃশ্য-বৈসাদৃশ্য আলোচনা করা হল।

১.২ গ্রুপ-VA মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম

(Periodic properties of group -VA elements)

সারণি, ১.১ : গ্রুপ-VA এর মৌলসমূহের কতিপয় পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম

পর্যায়ভিত্তিক ধর্মাবলি	নাইট্রোজেন	ফসফরাস	আর্সেনিক	অ্যান্টিমনি	বিসমাথ
	N	P	As	Sb	Bi
১। পারমাণবিক সংখ্যা (Z) :	7	15	33	51	83
২। পারমাণবিক ভর (A) :	14.007	30.974	74.91	121.76	208.98
৩। ভৌত অবস্থা :	গ্যাস	কঠিন	কঠিন	কঠিন	কঠিন
৪। গলনাঙ্ক ($T_m^\circ C$) :	$-210^\circ C$	$44^\circ C$	$817^\circ C$	$630^\circ C$	$271^\circ C$
৫। স্ফুটনাঙ্ক ($T_b^\circ C$) :	$-196^\circ C$	$280^\circ C$	$633^\circ C$	$1750^\circ C$	$1560^\circ C$
৬। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (nm) ($1nm = 10^{-9}m$) :	0.075	0.110	0.121	0.141	0.148
৭। আয়নিক ব্যাসার্ধ (nm) :	0.171(N^{3-})	0.212(P^{3-})	0.222(As^{3-})	0.076(Sb^{3+})	0.103(Bi^{3+})
৮। আয়নীকরণ শক্তি ($kJ mol^{-1}$) :	1410	1070	972	840	778
৯। তড়িৎ ঋণাত্মকতা (4.0 এককে) :	3.0	2.1	2.0	1.8	1.7

ওপরের পর্যায়ভিত্তিক ধর্মের তালিকা থেকে নিম্নোক্ত ভৌত বৈশিষ্ট্য জানা যায় :

১। ভৌত অবস্থার ক্রম পরিবর্তন : কক্ষ তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন হল গ্যাস, কিন্তু ফসফরাস হল কঠিন। অর্থাৎ এতে বোঝা যায় যে, পারমাণবিক সংখ্যার ক্রমবৃদ্ধি অনুসারে তাদের ভৌত অবস্থার পরিবর্তন ঘটেছে।

২। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক-এর ক্রমবৃদ্ধি : নাইট্রোজেনের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা ফসফরাসের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অধিক।

৩। পারমাণবিক আয়তন : পর্যায় সারণির অন্যতম বৈশিষ্ট্য হল পারমাণবিক সংখ্যার ক্রমবৃদ্ধি অনুসারে একই গ্রুপের মৌলগুলোর পারমাণবিক আয়তনের ক্রম বৃদ্ধি ঘটে। এক্ষেত্রে N এর সমযোজন ব্যাসার্ধ হল 0.075 nm (ন্যানোমিটার 1nm = 10⁻⁹m) ; কিন্তু P এর সমযোজন ব্যাসার্ধ হল 0.110 nm। একই গ্রুপে যতই নিচের দিকে যাওয়া যায়, ততই নতুন মৌলের পরমাণুর ক্ষেত্রে নতুন ইলেকট্রনীয় শক্তিস্তর সংযুক্ত হয়। এ কারণেই পারমাণবিক আয়তনও বৃদ্ধি পায়।

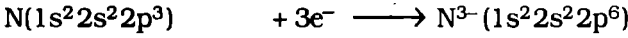
৪। আয়নীকরণ শক্তি : এক মোল কোন পরমাণুর সর্ববহিস্থ শক্তিস্তর হতে একটি করে এক মোল ইলেকট্রনকে অপসারণ করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে সে পরমাণুর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি বলা হয়। আয়নীকরণ শক্তির একক হল কিলোজুল প্রতি মোল (kJmol⁻¹)। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে একই গ্রুপের মৌলগুলোর আয়নীকরণ শক্তি হ্রাস পায়। যেমন, N এর আয়নীকরণ শক্তি 1410 kJmol⁻¹ এবং P এর আয়নীকরণ শক্তি 1070 kJmol⁻¹।

৫। তড়িৎ ঋণাত্মকতা : একই গ্রুপের মৌলগুলোর বেলায় পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে ইলেকট্রনের যোজনী স্তর সংখ্যা বাড়তে থাকে। ফলে আগমনকারী ইলেকট্রনের ওপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কম হয়। তাই তাদের তড়িৎ ঋণাত্মকতা ততই কমতে থাকে। তাই N এর (যোজনী স্তর ২য়) তড়িৎ ঋণাত্মকতা ৩ এবং P এর (যোজনী স্তর ৩য়) বেলায় তা হ্রাস পেয়ে 2.1 হয়েছে।

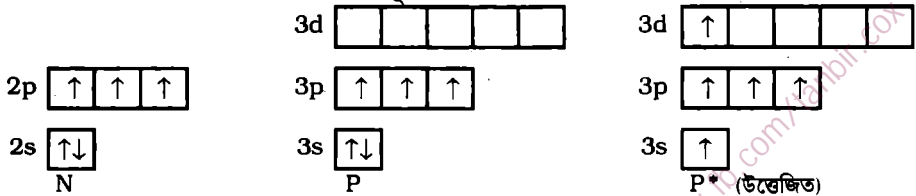
১.৩ নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের পর্যায়ভিত্তিক রাসায়নিক ধর্ম (Periodic chemical properties of nitrogen and phosphorus)

১। রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি : আয়নিক যৌগ গঠন : নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের সর্ববহিস্থ শক্তিস্তরে (ns²np³) তাদের নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাস অপেক্ষা তিনটি করে ইলেকট্রন কম থাকে। তাই ধাতব মৌল হতে N ও P তিনটি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে আয়নিক যৌগ যথাক্রমে ধাতব নাইট্রাইড (যেমন, Ca₃N₂ ও AlN) এবং ধাতব ফসফাইড (যেমন, Ca₃P₂ ও AlP) গঠন করে।

উল্লেখ্য, নাইট্রাইড আয়ন (N³⁻) ও ফসফাইড আয়ন (P³⁻) গঠন হল উচ্চ তাপহারী প্রক্রিয়া। তাই যে সব ধাতব আয়নের সাথে এদের কেলাস গঠন এনথালপি উচ্চ তাপোৎপাদী হয় কেবল সে সব ক্ষেত্রে আয়নিক নাইট্রাইড ও আয়নিক ফসফাইড গঠন সম্ভব। মোটামুটিভাবে Li⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ ইত্যাদি ধাতব আয়নের সাথে নাইট্রাইড ও ফসফাইড যৌগ গঠিত হয়। তবে নাইট্রাইড আয়নের তুলনায় ফসফাইড আয়নের আকার বড় হওয়ায় এ সব যৌগের মধ্যে সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেশি প্রকাশ পায়।



সমযোজী যৌগ গঠন : N ও P প্রত্যেকের সর্বশেষ শক্তিস্তরে p অরবিটালে তিনটি করে বিজোড় ইলেকট্রন থাকে। তাই N ও P উভয়ই সমযোজ্যতা ৩ প্রদর্শন করে। তখন অধাতুর সাথে এরা সমযোজী যৌগ যেমন, NH₃, PH₃ গঠন করে। কিন্তু উত্তেজিত P এর বেলায় 3s² অরবিটালের একটি ইলেকট্রন 3d অরবিটালে স্থানান্তর গণ্য সম্ভব বলে P এর সমযোজ্যতা ৩ সহ 5-ও হয়। কিন্তু ২য় শক্তিস্তরে d অরবিটাল থাকে না বলে N এর সমযোজ্যতা বৃদ্ধি সম্ভব হয় না। N ও P এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ হয় :



চিত্র ১.১ : সাধারণ ও উত্তেজিত অবস্থায় N ও P পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস (বক্স ভিত্তিতে)।

২। জারণ অবস্থা : শুধু হাইড্রোজেন ও ধাতুর সাথে সাধারণ অবস্থায় গঠিত দ্বিমৌল যৌগের ক্ষেত্রে N ও P ঋণাত্মক জারণ সংখ্যা প্রধানত -3 প্রদর্শন করে যেমন, NH₃ ও PH₃ এবং Ca₃N₂ ও Ca₃P₂ ইত্যাদি। অপরদিকে অন্যান্য অধাতব যৌগে N ও P এর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা হয়। N এর পাঁচটি অক্সাইড (N₂O, NO, N₂O₃, N₂O₄, N₂O₅) এ জারণ সংখ্যা +1, +2, +3, +4 ও +5 প্রদর্শন করে। হাইপোফসফরাস এসিড (H₃PO₂) এবং P এর

চারটি অক্সাইড (P_2O_3 , P_2O_4 , P_2O_5 , P_2O_6) এ P এর জারণ সংখ্যা যথাক্রমে +1, +3, +4, +5 ও +6 প্রদর্শন করে। সুতরাং N ও P উভয় মৌলের পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা আছে। উদাহরণসহ তাদের নিচের সারণিতে দেখানো হল :

মৌল	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
N	NH_3	N_2H_4	NH_2OH	N_2	N_2O	NO	N_2O_3	N_2O_4	N_2O_5
P	PH_3	P_2H_4	—	P_4	H_3PO_2	—	PCl_3	$H_4P_2O_6$	PCl_5

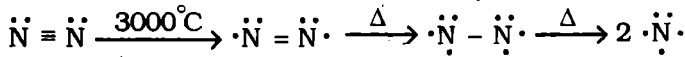
অক্সো অ্যানায়নে N ও P উভয়ই +3 ও +5 জারণ সংখ্যা প্রদর্শন করে। যেমন,

+3 জারণ অবস্থা : NO_2^- (নাইট্রাইট), PO_2^- (মেটা ফসফাইট)

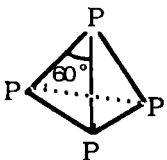
+5 জারণ অবস্থা : NO_3^- (নাইট্রেট), PO_3^- (মেটা ফসফেট), PO_4^{3-} (ফসফেট)

৩। মৌলের বহুরূপতা : খুব নিম্ন তাপমাত্রায় কঠিন নাইট্রোজেন α -নাইট্রোজেন (কিউবিক কেলাস) ও β -নাইট্রোজেন (হেক্সাগোনাল কেলাস) নামক দুটি রূপভেদে প্রদর্শন করে। ফসফরাসের বেলায়ও সাদা ফসফরাস ও লাল ফসফরাস নামে দুটি রূপভেদে আছে। তবে কেউ কেউ কাল ফসফরাসের কথাও উল্লেখ করেছেন।

৪। রাসায়নিক সক্রিয়তা : নাইট্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস [$N(7) = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$] থেকে বোঝা যায়, এতে তিনটি অর্ধপূর্ণ 2p অরবিটাল রয়েছে এবং তা সুস্থম ও অধিক স্থিতিশীল। আবার ২য় শক্তিস্তরে যোজ্যতা স্তর থাকায় N পরমাণু আকারে ছোট। তাই দ্বিপরমাণুক (N_2) অণু সৃষ্টির কালে নাইট্রোজেন-নাইট্রোজেন সিগমা (σ) বন্ধন গঠনের পর উভয় N পরমাণুর 1টি করে 2টি p অরবিটালের মধ্যে পাশাপাশি সূঁচ অধিক্রমণ দ্বারা 2টি π বন্ধন গঠিত হতে পারে ($N \equiv N$)। তাই নাইট্রোজেন-নাইট্রোজেন ত্রিবন্ধন ($N \equiv N$) খুবই দৃঢ় হয়। এ ত্রিবন্ধনের বিয়োজন শক্তি 945 kJmol^{-1} এবং বন্ধন দূরত্ব 0.1098 nm হয়। এ সব কারণে N_2 অণু রাসায়নিকভাবে অত্যন্ত নিষ্ক্রিয়। বস্তুত নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পর সবচেয়ে নিষ্ক্রিয় মৌল হল নাইট্রোজেন। তাই N_2 গ্যাস নিষ্ক্রিয় মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তবে উচ্চ তাপমাত্রায় যেমন, 3000°C এ $N \equiv N$ ত্রিবন্ধনের এক একটি করে ধাপে ধাপে তিনটি বন্ধন ভাঙানের শেষে পারমাণবিক নাইট্রোজেন সৃষ্টির পর নাইট্রোজেন মৌল সক্রিয় হয়।



নাইট্রোজেনের সক্রিয়তা কম হলেও ফসফরাসের সক্রিয়তা খুবই বেশি। যেমন, কক্ষ তাপমাত্রায় ফসফরাস অক্সিজেনের সাথে স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিক্রিয়া করে P_4O_6 গঠন করে। ফসফরাসের সক্রিয়তা মূলত পরমাণুর আকার, ইলেকট্রন বিন্যাস ও আণবিক গঠনে বন্ধন প্রকৃতির ওপর নির্ভরশীল। ফসফরাসের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস [$P(15) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$] থেকে বোঝা যায়, নাইট্রোজেন পরমাণুর মত ফসফরাসেরও সুস্থম অধিক স্থিতিশীল অর্ধপূর্ণ 3p- অরবিটাল রয়েছে। কিন্তু তৃতীয় শক্তিস্তরে যোজ্যতা স্তর থাকায় P পরমাণুর আকার N পরমাণুর চেয়ে বড়। তাই দুটি P পরমাণুর মধ্যে $3p_x^1 - 3p_x^1$ অরবিটালদ্বয়ের মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা সিগমা (σ) বন্ধন গঠনের পর তৃতীয় শক্তিস্তরের আকার বড় হওয়ায় অবশিষ্ট $3p_y^1$ ও $3p_z^1$ অরবিটালদ্বয়ের অপর ফসফরাসের $3p_y^1$ ও $3p_z^1$ অরবিটালের সাথে পাশাপাশি অধিক্রমণ বাস্তবে ঘটতে পারে না অর্থাৎ নাইট্রোজেনের $N \equiv N$ ত্রিবন্ধনের মত ফসফরাস $P \equiv P$ ত্রিবন্ধন গঠন করতে পারে না। তখন প্রতিটি P পরমাণু অপর তিনটি P পরমাণুর সাথে তিনটি একক সিগমা (σ) বন্ধন গঠন করে। একইভাবে শ্বেত ফসফরাসের অণুতে চারটি P পরমাণু পরস্পরের মধ্যে তিনটি করে একক সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে চতুস্তলকীয় P_4 অণু গঠন করে। তখন বন্ধনের কোণ 60°



চিত্র ১.২ : শ্বেত ফসফরাস অণুর চতুস্তলকীয় গঠন

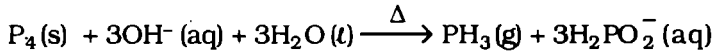
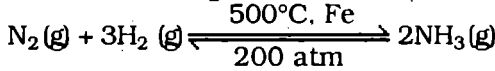
হয়। বন্ধন কোণের পরিমাণ কম হওয়ায় P_4 অণুতে বন্ধনের ওপর বেশ পীড়ন (strain) থাকে। তাই P_4 অণুর গঠনের স্থিতিশীলতা কম হয়। এজন্য শ্বেত ফসফরাস (P_4) খুবই সক্রিয় হয়। অপরদিকে ফসফরাসের অপর দুটি বহুরূপ যেমন, লোহিত ফসফরাস ও কাল ফসফরাস হল পলিমার অণু (P_n) এবং তাদের স্তরীভূত গাঠনিক বিন্যাস হওয়ায় বন্ধন কোণ 60° থেকে বেড়ে যায়। তখন বন্ধনের ওপর পীড়ন কমে যায়, বন্ধনের স্থায়িত্ব বাড়ে। তাই লোহিত ফসফরাস কম সক্রিয় এত কাল ফসফরাস প্রায় রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় হয়।

সুতরাং নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের রাসায়নিক সক্রিয়তার পার্থক্যের মূল কারণসমূহ নিম্নরূপ :

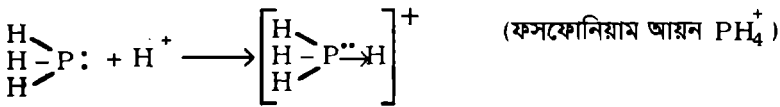
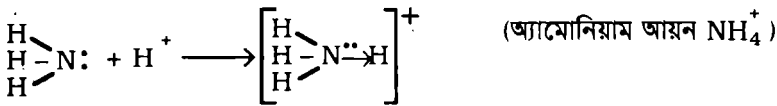
- (১) N এর আকার P এর তুলনায় খুব ছোট। যেমন, N এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.075 nm। কিন্তু P এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.110 nm। | সারণি ১.১ দ্রষ্টব্য।
- (২) N এর উচ্চ তড়িৎ ঋণাত্মকতা। যেমন, N এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.0 এবং P এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 2.1।
- (৩) N এর যোজ্যতাস্তরে d অরবিটাল না থাকায় 4 এর অধিক সমযোজ্যতা N প্রদর্শন করতে পারে না।
- (৪) N নিজ পরমাণুর সাথে এবং কার্বন ও অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে সুস্থিত ত্রিবন্ধন ও দ্বিবন্ধন গঠন করতে সক্ষম। যেমন, $N \equiv N$, $H-C \equiv N$, $NH_4-C \equiv N=O$ ।

৫। N ও P এর হাইড্রাইড গঠন : গ্রুপ VA মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে পরমাণুর আকার বাড়ে এবং তড়িৎ ঋণাত্মকতা কমে। যেমন, N ও P এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা যথাক্রমে 3.0 এবং 2.1 হয়। N ও P উভয় মৌল হাইড্রাইড (যেমন, NH_3 , PH_3) গঠন করে। এসব হাইড্রাইডের ক্ষেত্রে N ও P এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার প্রভাব কিছুটা পরিলক্ষিত হয়। ফসফরাসের তুলনায় নাইট্রোজেন অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক হওয়ায় P-H বন্ধনের তুলনায় N-H বন্ধনে ইলেকট্রন জোড় N পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয়। এর ফলে PH_3 অণুর P-H বন্ধনের তুলনায় NH_3 অণুর N-H বন্ধনে পোলারিটি সৃষ্টি বেশি হয়। তাই তরল NH_3 অণুর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা NH_3 অণুগুলো সংযোজিত (associated) থাকে। এজন্য তরল PH_3 এর স্ফুটনাঙ্ক ($T_b = 186K$) অপেক্ষা তরল NH_3 এর স্ফুটনাঙ্ক ($T_b = 240K$) বেশি।

উচ্চচাপে (200 atm) ও উচ্চ তাপমাত্রায় (500°C) লৌহ গুঁড়া প্রভাবকের উপস্থিতিতে N_2 ও H_2 বিক্রিয়া করে অ্যামোনিয়া (NH_3) গ্যাস উৎপন্ন করে। কিন্তু গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সাথে শ্বেত ফসফরাসকে উত্তপ্ত করলে ফসফিন (PH_3) গ্যাস ও হাইপোফসফাইট ($H_2PO_2^-$) আয়ন উৎপন্ন হয়।



NH_3 ও PH_3 এর ক্ষারধর্মিতা : অ্যামোনিয়া ($\overset{\cdot\cdot}{N}H_3$) ও ফসফিন ($\overset{\cdot\cdot}{P}H_3$) উভয় যৌগের অণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকায় উভয় যৌগ নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা প্রোটনের সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করতে পারে অর্থাৎ প্রোটন গ্রহণ করে। তাই NH_3 ও PH_3 উভয়ই ক্ষারধর্মী।

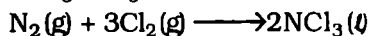


তবে PH_3 অপেক্ষা NH_3 অধিক ক্ষারধর্ম প্রদর্শন করে। এর দুটি কারণ রয়েছে।

(১) প্রথম কারণ হল ফসফরাসের তড়িৎ-ঋণাত্মকতা (2.1) এর চেয়ে নাইট্রোজেনের তড়িৎ-ঋণাত্মকতা (3.0) বেশি। অধিক তড়িৎ-ঋণাত্মকতার কারণে P-H এর বন্ধনের তুলনায় N-H এর বন্ধনের ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব N পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয়।

(২) দ্বিতীয় কারণ হল ফসফরাসের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (0.11 nm) এর তুলনায় নাইট্রোজেনের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (0.075 nm) ছোট হওয়া। ফসফরাসের পরমাণুর তুলনায় N পরমাণুর আকার ছোট হওয়ায় উক্ত বন্ধন ইলেকট্রন মেঘ ও নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন মেঘের নিট ঘনত্ব N পরমাণুতে তুলনামূলকভাবে বেশি থাকে। ফলে $\overset{\cdot\cdot}{P}H_3$ এর P পরমাণুর তুলনায় $\overset{\cdot\cdot}{N}H_3$ এর N পরমাণু কর্তৃক প্রোটন গ্রহণ বা ইলেকট্রন প্রদান ক্ষমতা বেশি হয়। তাই ফসফিনের চেয়ে অ্যামোনিয়া তীব্রতর ক্ষার।

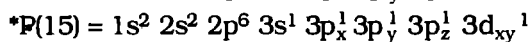
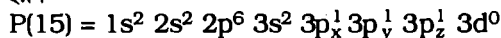
৬। **N ও P এর হ্যালাইড গঠন :** নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস $N(7) = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ মতে নাইট্রোজেন পরমাণুতে তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় হ্যালোজেন পরমাণুর (F, Cl, Br, I) সাথে সমযোজ্যতা দ্বারা ট্রাইহ্যালাইড যেমন, NF_3 , NCl_3 , NBr_3 , NI_3 গঠন করতে পারে। এক্ষেত্রে N এর সমযোজ্যতা 3 হয়।



এসব হ্যালাইডের মধ্যে NF_3 বেশ সুস্থিত এবং NCl_3 , NBr_3 ও NI_3 কিছুটা বিস্ফোরণ প্রবণ হয়।

ফসফরাসের ইলেকট্রন বিন্যাস মতে P পরমাণুতে 3টি বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় P এর সমযোজ্যতা 3 হয়।

আবার উদ্দীপিত অবস্থায় $3s^2$ থেকে একটি ইলেকট্রন খালি 3d অরবিটালে উত্তোলিত হলে পাঁচটি বিজোড় ইলেকট্রন হয়। তখন P এর সমযোজ্যতা 5 হয়।

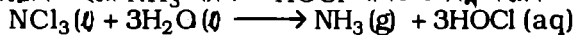


তাই ফসফরাস F_2 , Cl_2 , Br_2 এর সাথে ট্রাইহ্যালাইড ও পেন্টাহ্যালাইড গঠন করে। কিন্তু আয়োডিনের সাথে PI_3 গঠন করলেও PI_5 গঠন করে না। ফসফরাস সীমিত Cl_2 এর সাথে PCl_3 গঠন করে এবং এর অধিক পরিমাণ Cl_2 প্রবাহে PCl_5 গঠিত হয়।

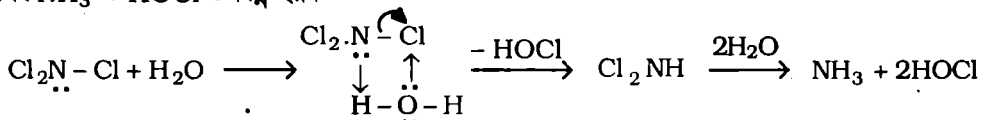


কিন্তু N পরমাণুর সর্বশেষ ২য় শক্তিস্তরে 2d অরবিটাল না থাকায় N পরমাণুর সমযোজ্যতা বৃদ্ধি সম্ভব নয়। ফলে NCl_5 গঠিত হয় না।

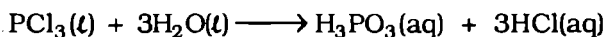
৭। **হ্যালাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ :** NF_3 ব্যতীত অন্যান্য হ্যালাইড পানির সংস্পর্শে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। যেমন, NCl_3 পানির সংস্পর্শে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে NH_3 গ্যাস ও $HOCl$ এসিড উৎপন্ন করে।



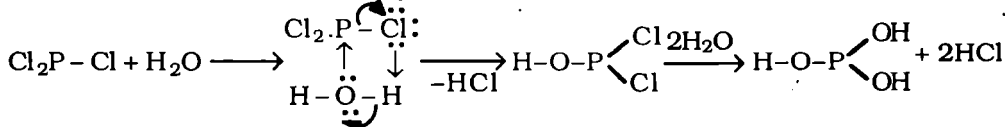
আর্দ্র বিশ্লেষণকালে প্রথমে ট্রাইহ্যালাইড অণু পানি অণুর সাথে একটি নতুন সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে। তখন গ্রুপ VA এর মৌল অথবা সঞ্চিত হ্যালোজেন পরমাণু-এ দুটির কোন একটিতে ফাঁকা d অরবিটাল থাকা প্রয়োজন। উল্লেখ্য, NF_3 এর N পরমাণু অথবা F পরমাণুর কোন একটিতেও d অরবিটাল না থাকায় NF_3 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। অপরদিকে NCl_3 এর N পরমাণুর দ্বিতীয় শক্তিস্তরে d অরবিটাল না থাকলেও Cl এর তৃতীয় শক্তিস্তরে নিম্নলিখিতভাবে ফাঁকা d অরবিটাল বর্তমান থাকায় NCl_3 অণুর Cl পরমাণুর সাথে H_2O এর অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করতে পারে। পরে নিম্নলিখিতভাবে বন্ধন বিয়োজন ঘটে এবং NH_3 ও $HOCl$ উৎপন্ন হয়।



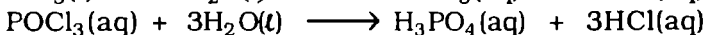
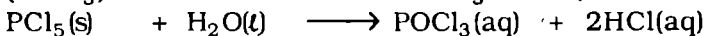
PCl_3 পানির সংস্পর্শে (NCl_3 এর মত) সহজেই আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। তবে NCl_3 এর তুলনায় PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্রুত ঘটে। পানির সংস্পর্শে N-Cl এর বন্ধন বিয়োজন অপেক্ষা P-Cl এর বন্ধন বিয়োজন দ্রুত ঘটে। কারণ N এর তুলনায় P এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা কম এবং Cl এর অধিকতর তড়িৎ ঋণাত্মকতার প্রভাবে P-Cl এর বন্ধনে পোলারিটির মাত্রা বেশি হয়। ফলে আর্দ্র বিশ্লেষণের গতিও দ্রুত হয়। PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণে H_3PO_3 এবং HCl উৎপন্ন হয়।



PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ কালে P এবং Cl পরমাণু নিজ নিজ d অরবিটাল ব্যবহার করে পানি অণুর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন করতে সক্ষম এবং নিম্নলিখিতভাবে PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটায়। ফলে H_3PO_3 ও HCl উৎপন্ন হয়।



উল্লেখ্য PCl_5 এর আর্দ্র বিশ্লেষণে H_3PO_4 এবং HCl উৎপন্ন হয়। এ আর্দ্র বিশ্লেষণ দু'ধাপে ঘটে। প্রথম ধাপে ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড ($POCl_3$) ও HCl এবং দ্বিতীয় ধাপে $POCl_3$ এর আর্দ্র বিশ্লেষণে H_3PO_4 ও HCl উৎপন্ন হয়।



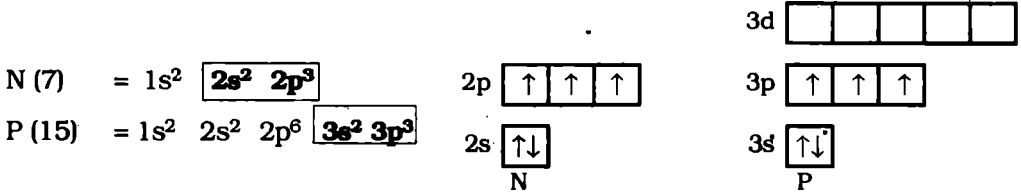
১.৪ নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের মধ্যে তুলনা

(Comparison between nitrogen and phosphorus)

পর্যায় সারণির গ্রুপ VA এ নাইট্রোজেন (N) ও ফসফরাস (P) স্থান প্রাপ্ত। তাই গ্রুপভিত্তিক তাদের মধ্যে বিভিন্ন ধর্মে অনেক সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য বর্তমান। নিচে N ও P এর বিভিন্ন ধর্মে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য দেখানো হল :

(ক) সাদৃশ্য ধর্ম :

১। ইলেকটন বিন্যাস : নাইট্রোজেন ও ফসফরাস পরমাণুর ইলেকটন বিন্যাসে প্রত্যেকের যোজনী স্তর বা সর্বশেষ শক্তিস্তরে ৫টি করে ইলেকটন আছে।



২। প্রকৃতি : নাইট্রোজেন ও ফসফরাস উভয়েই অধাতু। উভয়ের বহুরূপতা ধর্ম আছে।

৩। বন্ধন ও যোজ্যতা : নাইট্রোজেন ও ফসফরাস উভয়েই সাধারণত সমযোজী যৌগ গঠন করে। এ সব সমযোজী যৌগে তাদের প্রধান যোজনী হয় ৩ যেমন, NH₃, PH₃, NCl₃, PCl₃। [তবে ফসফরাসের বেলায় সমযোজ্যতা ৫ হয়। যেমন, PCl₅ কিন্তু NCl₅ গঠিত হয় না। তখন P এর 3s² থেকে একটি ইলেকট্রন 3d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়ে 5টি বিজোড় ইলেকট্রন হয়ে থাকে।]

৪। হাইড্রাইড ও ক্লোরাইড গঠন : উভয় মৌল হাইড্রোজেনের সাথে স্থায়ী হাইড্রাইড যেমন, NH₃ ও PH₃ গঠন করে। উভয় হাইড্রাইড ক্ষারধর্মী। অনুরূপভাবে উভয় মৌল ক্লোরাইড গঠন করে, যেমন NCl₃ ও PCl₃।

৫। অক্সাইড ও অক্সো এসিড গঠন : N ও P উভয়েই অনুরূপ অম্লধর্মী অক্সাইড ও এদের অক্সো এসিড গঠন করে। যেমন, N এর বেলায় N₂O₃, N₂O₅ এবং এদের অক্সো এসিড নাইট্রাস এসিড (HNO₂), নাইট্রিক এসিড (HNO₃) P এর বেলায় P₂O₃, P₂O₅ এবং এদের অক্সো এসিড ফসফরাস এসিড (H₃PO₃), ফসফরিক এসিড (H₃PO₄)।

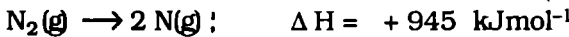
৬। কৃষিক্ষেত্রে ব্যবহৃত রাসায়নিক সার : নাইট্রোজেন ও ফসফরাস উভয় মৌলের যৌগ রাসায়নিক সার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যেমন ইউরিয়া (H₂N.CO.NH₂) হল নাইট্রোজেনের সার এবং টি. এস. পি Ca(H₂PO₄)₂ হল ফসফরাসের সার।

(খ) বৈসাদৃশ্য ধর্ম :

১। ভৌত অবস্থা : সাধারণ তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন হল গ্যাস কিন্তু ফসফরাস হল কঠিন পদার্থ।

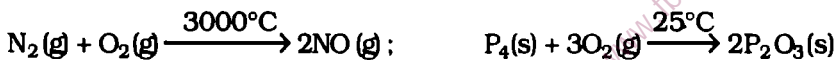
২। পরমাণুকতা : নাইট্রোজেন অণু দ্বিপরমাণুক (N₂) কিন্তু শ্বেত ফসফরাস অণুতে চারটি পরমাণু থাকে (P₄)।

৩। সক্রিয়তা : দ্বিপরমাণুক নাইট্রোজেন অণুতে দুটি নাইট্রোজেন পরমাণু একটি ত্রিবন্ধন দ্বারা আবদ্ধ থাকে। যেমন, N ≡ N। এ ত্রিবন্ধন বেশ শক্তিশালী হওয়ায় নাইট্রোজেন গ্যাসের সক্রিয়তা কম। যেমন, নাইট্রোজেন অণুর ত্রিবন্ধন শক্তি বা এনথালপি ΔH = +945 kJmol⁻¹। তাই নাইট্রোজেন মুক্ত অবস্থায় বায়ুমণ্ডলে থাকে।



কিন্তু একক বন্ধনযুক্ত ফসফরাস এর চতুস্তলকীয় P₄ অণু সক্রিয় হওয়ায় প্রকৃতিতে ফসফরাসকে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। উল্লেখ্য, শ্বেত ফসফরাসের P₄ অণুতে P-P বন্ধন এনথালপি হল 209 kJmol⁻¹।

৪। অক্সাইড গঠন : সাধারণ তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয় না; 3000° C তাপমাত্রার উর্ধ্বে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে। কিন্তু শ্বেত ফসফরাস সাধারণ তাপমাত্রায় অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে ফসফরাস অক্সাইড গঠন করে।



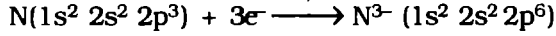
৫। জারণ সংখ্যা : নাইট্রোজেনের স্থায়ী পাঁচটি অক্সাইড আছে। এদের মধ্যে নিম্ন জারণ সংখ্যা (+1, +2) বিশিষ্ট অক্সাইড যেমন, N₂O, NO হল নিরপেক্ষ এবং উচ্চ জারণ সংখ্যা (+3, +4, +5) বিশিষ্ট অক্সাইড যেমন, N₂O₃, N₂O₄ বা, NO₂, N₂O₅ হল অম্লধর্মী। ফসফরাসের অনুরূপ উচ্চ জারণ সংখ্যা (+3, +4, +5) বিশিষ্ট অম্লধর্মী অক্সাইড আছে। যেমন, P₂O₃, P₂O₄, P₂O₅। কিন্তু ফসফরাসের কোন নিরপেক্ষ অক্সাইড নেই।

৬। হাইড্রাইডের প্রকৃতি : নাইট্রোজেনের হাইড্রাইড যেমন, NH_3 (অ্যামোনিয়া) খুব স্থায়ী এবং বিষাক্ত নয়, কিন্তু ফসফরাসের হাইড্রাইড যেমন, PH_3 (ফসফিন) কম স্থায়ী এবং বিষাক্ত। নাইট্রোজেনের অল্পধর্মী অপর একটি হাইড্রাইড আছে যা হাইড্রাজিয়ক এসিড (N_3H) নামে পরিচিত। ফসফরাসের অনুরূপ কোন হাইড্রাইড নেই।

১.৫ পর্যায় সারণিতে অবস্থান ও বন্ধন গঠনে N ও P (Position of N and P in periodic table and bond formation)

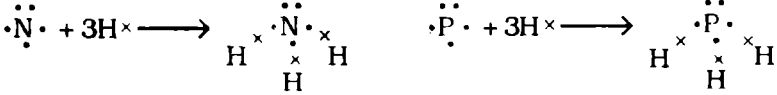
পর্যায় সারণির গ্রুপ-VA এর মৌলসমূহের পরমাণুর বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস তাদের সব রাসায়নিক ধর্ম নিয়ন্ত্রণ করে। এসব মৌলের পরমাণুর বহিঃস্তরে ৫টি করে ইলেকট্রন ($ns^2 np^3$) থাকে। তাই গ্রুপ-VA এর মৌলসমূহ বিক্রিয়াকালে তাদের অষ্টক পূর্ণ করার জন্য তিনটি করে ইলেকট্রন ভিন্ন পরমাণু থেকে গ্রহণ করে আয়নিক বন্ধন অথবা তিনটি ইলেকট্রন শেয়ার করে সমযোজী বন্ধন গঠন করে।

আয়নিক বন্ধন গঠন : N পরমাণু নাইটাইড আয়ন (N^{3-}) গঠনকালে প্রচুর তাপ শোষণ করে। তাই যে সব আয়নিক নাইটাইডের ল্যাটিস এনথালপি খুবই তাপোৎপাদী যেমন, গ্রুপ-IA, গ্রুপ-IIA এর ধাতুসমূহ, তারাই নাইটাইড লবণ গঠন করে। যেমন, Na_3N , Mg_3N_2 ইত্যাদি।



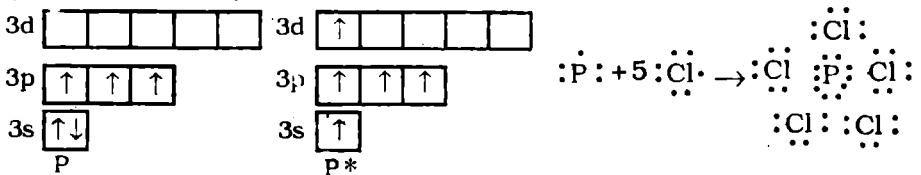
কিন্তু ফসফরাস পরমাণু আকারে বড় হওয়ায় তা থেকে সৃষ্ট ফসফাইড আয়ন (P^{3-}) সহজে ক্যাটায়নের সন্নিহিত ল্যাটিস গঠনের জন্য পৌঁছতে পারে না। তাই ফসফরাস ত্রিযোজী ফসফাইড আয়ন (P^{3-}) সহজে গঠন করে না।

সমযোজী বন্ধন গঠন : গ্রুপ-VA এর অন্যান্য মৌলের মত নাইট্রোজেন ও ফসফরাস প্রাথমিক অবস্থায় যোজ্যতাস্তরের ইলেকট্রনের মধ্যে sp^3 সংকরণ ঘটায়। পরে তাদের সংকরিত অরবিটালের তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন অরবিটালের সাথে অন্য অধাতব পরমাণু যেমন, H ও Cl এর বিজোড় ইলেকট্রন অরবিটাল পৃথকভাবে অধিক্রমণ দ্বারা N - H, P - H বা, P - Cl বন্ধন সৃষ্টি হয়। তখন N ও P সমযোজ্যতা 3 প্রদর্শন করে এবং NH_3 , PH_3 ও PCl_3 গঠন করে।



বন্ধন কোণ : N ও P এর এক জোড়া sp^3 সংকরিত নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন ও তিন জোড়া বন্ধন ইলেকট্রনের মধ্যে অধিকতর বিকর্ষণের ফলে sp^3 সংকরিত কেন্দ্রীয় পরমাণুর স্বাভাবিক চতুস্তলকের বন্ধন কোণ 109.5° থেকে হ্রাস পায়। একই গ্রুপের মৌলের এ প্রবণতা নিচের দিকে পরমাণুর আকার বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায়। কারণ নিচের দিকের মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হ্রাসের ফলে বন্ধন ইলেকট্রন যুগল কেন্দ্রীয় পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে যতই দূরে সরে যায়, ততই বন্ধন যুগল-বন্ধন যুগল বিকর্ষণ হ্রাস পায়। ফলে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা বন্ধন ইলেকট্রন যুগলের ওপর বিকর্ষণ প্রভাব NH_3 এর তুলনায় PH_3 অণুতে অধিক হয়। ফলে বন্ধন কোণও হ্রাস পায়। যেমন, NH_3 অণুর বন্ধন কোণ $\angle HNH = 107^\circ$, কিন্তু PH_3 অণুর বন্ধন কোণ $\angle HPH = 93.3^\circ$ ।

কিন্তু নাইট্রোজেন ছাড়া ফসফরাস ও গ্রুপ-VA এর অন্যান্য মৌল উদ্দীপিত অবস্থায় তাদের s-অরবিটালের একটি ইলেকট্রনকে d-অরবিটালে স্থানান্তরিত করে এবং sp^3d সংকরিত পাঁচটি বিজোড় সংকর অরবিটাল সৃষ্টি করে, যা পাঁচটি ক্লোরিন পরমাণুর অর্ধপূর্ণ p-অরবিটালের সাথে অধিক্রমণ দ্বারা পাঁচটি P-Cl সিগমা বন্ধন সৃষ্টি করে PCl_5 অণু গঠন করে। এক্ষেত্রে বন্ধন কোণ $\angle ClPCl = 120^\circ$ হয়। তখন P ও এর পরবর্তী মৌল সমযোজ্যতা 5 প্রদর্শন করতে পারে; যেমন, PCl_5 , $SbCl_5$ ইত্যাদি গঠন করে। নাইট্রোজেনে d-অরবিটাল (২য় শক্তি স্তরে) না থাকায় N পরমাণু তার সমযোজ্যতা ফসফরাসের মত বৃদ্ধি করতে পারে না। তাই NCl_5 অণু গঠিত হয় না। নিচে ফসফরাস পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস বন্ধ পদ্ধতিতে সাধারণ অবস্থায় এবং উত্তেজিত বা উদ্দীপিত অবস্থায় (P^*) দেখানো হল। যেমন,



সাধারণ অবস্থা

উত্তেজিত অবস্থা

চিত্র ১.৩ : সাধারণ অবস্থায় ও উত্তেজিত অবস্থায় P পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস (বন্ধ পদ্ধতিতে)।

১.৬ নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের বিভিন্ন পদার্থের সাথে বিক্রিয়া (Reactions of nitrogen and phosphorus with different substances)

ধাতু, অধাতু, ক্ষার ও জারক পদার্থের সাথে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস বিক্রিয়া করে বিভিন্ন আয়নিক ও সমযোজী যৌগ গঠন করে থাকে। যেমন,

সারণি ১.২ : বিভিন্ন বিক্রিয়কের সাথে N ও P এর বিক্রিয়ার সার-সংক্ষেপ

বিক্রিয়কের নাম	নাইট্রোজেন N	ফসফরাস P
১। ধাতুসমূহ : (সক্রিয় ধাতুসহ আয়নিক যৌগ গঠন)	১। ধাতব নাইট্রাইড গঠন করে। $3Ca + N_2 \xrightarrow{\Delta} Ca_3N_2$ $3Mg + N_2 \xrightarrow{\Delta} Mg_3N_2$	১। ধাতব ফসফাইড গঠন করে। $3Ca + 2P \xrightarrow{\Delta} Ca_3P_2$ $3Mg + 2P \xrightarrow{\Delta} Mg_3P_2$
২। অক্সিজেন :	২। উচ্চতর তাপমাত্রায় NO উৎপন্ন হয়। $N_2 + O_2 \xrightarrow{3000^\circ C} 2NO$	২। সাদা ফসফরাস 35 C-এ এবং লোহিত ফসফরাস 260° C এ P ₂ O ₃ এবং P ₂ O ₅ উৎপন্ন করে। $4P + 10O_2 \xrightarrow{\Delta} P_2O_3 + P_2O_5$
৩। সালফার :	৩। বিক্রিয়া ঘটে না।	৩। একাধিক ফসফরাস সালফাইডের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। $P_4 + 3S \rightarrow P_4S_3; P_4 + 5S \rightarrow P_4S_5$
৪। হ্যালোজেনসমূহ :	৪। কক্ষ তাপমাত্রায় কোন বিক্রিয়া ঘটে না।	৪। ট্রাইহ্যালাইড (PX ₃) ও পেন্টা হ্যালাইড (PX ₅) গঠন করে। $2P + 4X_2 \rightarrow PX_3 + PX_5$
৫। অ্যালকালি বা ক্ষার :	৫। কোন বিক্রিয়া ঘটে না।	৫। কেবল খেত ফসফরাস ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় ফসফিন (PH ₃) উৎপন্ন করে। $4P + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow 3NaH_2PO_2 + PH_3$
৬। গাঢ় HNO ₃ সহ :	৬। কোন বিক্রিয়া ঘটে না।	৬। অর্ধো ফসফরিক এসিড (H ₃ PO ₄) উৎপন্ন হয়। $P + 5HNO_3 \xrightarrow{\Delta} H_3PO_4 + H_2O + 5NO_2$

১.৭ নাইট্রোজেনের অবস্থান, নিষ্কাশন ও ব্যবহার (Occurance, extraction and uses of nitrogen)

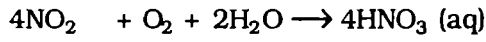
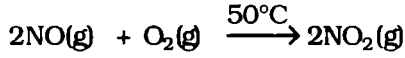
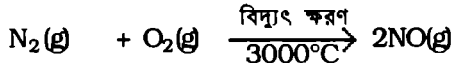
(ক) নাইট্রোজেনের অবস্থান বা উৎস

প্রকৃতিতে খনিজরূপে নাইট্রার (KNO₃), চিলি সল্টপিটার (NaNO₃) ইত্যাদিতে নাইট্রোজেন যৌগিক অবস্থায় থাকে। তবে নাইট্রোজেনের সবচেয়ে বড় উৎস হল বায়ুমণ্ডল। শুষ্ক বায়ুর (আয়তনের) 78% হল নাইট্রোজেন। সব প্রাণীর দেহে প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের অন্যতম আবশ্যিকীয় উপাদান হল নাইট্রোজেন।

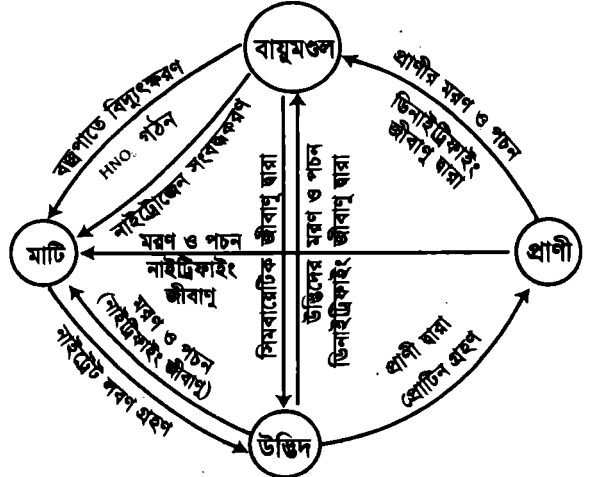
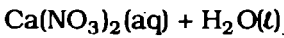
নাইট্রোজেন চক্র (Nitrogen cycle) : প্রকৃতিতে বায়ুস্থ নাইট্রোজেন রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বারা বিভিন্ন যৌগে পরিণত হয় এবং সেসব যৌগ মাটিতে বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে পুনরায় মুক্ত নাইট্রোজেন রূপে বায়ুমণ্ডলে ফিরে আসে। এ রূপান্তর প্রক্রিয়াকে নাইট্রোজেন চক্র বলে। এ নাইট্রোজেন চক্র হল বায়ুমণ্ডল ও মাটির মধ্যে নাইট্রোজেন যৌগের বিভিন্ন প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়ার একটি গতিশীল সাম্যাবস্থা যাত্র। চিত্র ১.৪ এ নাইট্রোজেন চক্র দেখানো হল :

নাইট্রোজেন চক্রে বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেনের বিভিন্ন রূপান্তর ও স্থানান্তর প্রক্রিয়াকে নিম্নোক্ত ৪টি স্তরে ভাগ করে দেখানো যায় :

(১) বজ্রপাত কালে বায়ু থেকে মাটিতে : বজ্রবৃষ্টির সময়ে বিদ্যুৎ ক্ষরণের ফলে সূঁচ 3000° C তাপমাত্রায় বায়ুস্থ N₂ এবং O₂ যুক্ত হয়ে নাইট্রিক অক্সাইড (NO) গঠিত হয় এবং পরে 50° C তাপমাত্রায় অধিক অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে NO₂ গ্যাস এবং শেষে বৃষ্টির পানির সাথে বিক্রিয়ায় HNO₃ গঠন করে।

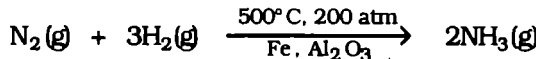


উৎপন্ন HNO_3 বৃষ্টির পানির সাথে মাটিতে পড়ে এবং মাটির ক্ষারকীয় পদার্থ চুন ও CaCO_3 এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন করে মাটিতে মিশে যায়।



চিত্র ১.৪ : নাইট্রোজেন চক্র।

(২) নাইট্রোজেন সংবন্ধকরণ (Fixation) প্রক্রিয়ায় মাটিতে : বায়ুস্থ N_2 গ্যাসকে নাইট্রোজেন যৌগে পরিণত এবং ব্যবহার উপযোগী করে আবশ্য রাখার প্রক্রিয়াকে নাইট্রোজেন সংবন্ধকরণ বলে। যেমন, হেবার পদ্ধতিতে H_2 গ্যাস ও বায়ুস্থ N_2 গ্যাসের প্রভাবকীয় সংশ্লেষণ বিক্রিয়ায় NH_3 উৎপাদন করা হয়। এ NH_3 গ্যাস থেকে ইউরিয়া ও ডাইঅ্যামোনিয়াম ফসফেট (DAP) সার প্রস্তুত করা হয়। আবার অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে NH_3 গ্যাসের প্রভাবকীয় জারণে HNO_3 উৎপাদন করে তা থেকে নাইট্রেট সার যেমন, ক্যালসিয়াম অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (CAN) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$, ক্যালসিয়াম নাইট্রেট $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ইত্যাদি উৎপাদন করে মাটিতে মিশানো হয়।



(৩) মাটি ও বায়ু থেকে উদ্ভিদে : উদ্ভিদ মূল দ্বারা মাটি থেকে নাইট্রেট লবণ ও নাইট্রোজেন সার শোষণ করে উদ্ভিদ্ধ প্রোটিনে পরিণত করে। আবার মটর, শিম, ছোলা প্রভৃতি লিগুমিনাস জাতীয় উদ্ভিদের শিকড়ের গুটিতে বসবাসরত সিমবায়োটিক জীবাণু বায়ুস্থ N_2 গ্যাস শোষণ করে এবং তা উদ্ভিদের প্রোটিন সংশ্লেষণে যোগান দেয়।

(৪) উদ্ভিদ থেকে প্রোটিনরূপে প্রাণিদেহে : প্রাণিকুল উদ্ভিদ থেকে উদ্ভিদ্ধ প্রোটিন গ্রহণ করে। আবার মাংসভোজী প্রাণী অপর প্রাণীর মাংস থেকে প্রাণিছ প্রোটিন পায়। এরূপে উদ্ভিদ থেকে প্রাণিদেহে প্রোটিনরূপে নাইট্রোজেন স্থানান্তরিত হয়।

(৫) উদ্ভিদ ও প্রাণী থেকে বায়ুমণ্ডলে N_2 এর প্রত্যাবর্তন : উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃত্যুর পর বিভিন্ন ব্যাকটেরিয়া দ্বারা দেহের পচন ঘটে। ফলে জীবদেহের প্রোটিন প্রথমে নাইট্রোসোফাইং (nitrosifying) জীবাণুর প্রভাবে বিয়োজিত হয়ে NH_3 গ্যাসে পরিণত হয়। সে NH_3 গ্যাস নাইট্রোসোমোনাস জীবাণুর প্রভাবে জারিত হয়ে নাইট্রাস এসিড (HNO_2) গঠন করে যা পরে নাইট্রিকাইং জীবাণুর প্রভাবে জারিত হয়ে নাইট্রিক এসিড (HNO_3) এ পরিণত হয়। উৎপন্ন HNO_3 এর একাংশ মাটির ক্ষারকের সাথে বিক্রিয়ায় নাইট্রেট লবণ তৈরি করে এবং বাকি অংশ ডিনাইট্রিকাইং জীবাণুর প্রভাবে বিয়োজিত হয়ে মুক্ত N_2 গ্যাসে পরিণত হয় এবং বায়ুমণ্ডলে ফিরে আসে। ফলে বায়ুমণ্ডলে N_2 গ্যাসের পরিমাণ সর্বদাই অপরিবর্তিত (প্রায় 78% আয়তনে) থাকে।

(খ) তরল বায়ু থেকে নাইট্রোজেন সংগ্রহ ও ব্যবহার

নাইট্রোজেন সংগ্রহ : শিল্প ক্ষেত্রে ব্যবহারের জন্য তরল বায়ু থেকে আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় নাইট্রোজেন সংগ্রহ করা হয়। তরল বায়ুর আংশিক পাতনের বেলায় - 196°C নিম্ন তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন গ্যাস হিসেবে বের হয়ে আসে এবং তরল বায়ুর অন্যতম উপাদান অক্সিজেন - 183°C নিম্ন তাপমাত্রায় গ্যাসরূপে পাতিত হয়।

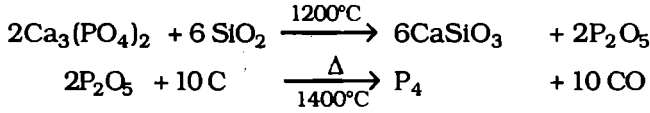
ব্যবহার : এরূপে সংগৃহীত নাইট্রোজেন (১) অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয় এবং উৎপন্ন অ্যামোনিয়া থেকে নাইট্রিক এসিডের শিল্পোৎপাদন করা হয়। এছাড়া (২) নিষ্ক্রিয় পরিবেশে বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটনের জন্য নাইট্রোজেন গ্যাসকে নিষ্ক্রিয় পরিবেশরূপে ব্যবহার করা হয়। (৩) গ্যাস ক্রোমোটোগ্রাফিতে বাহক গ্যাস বা ক্যারিয়ার গ্যাসরূপে নাইট্রোজেন ব্যবহৃত হয়।

১৮ ফসফরাসের অবস্থান, নিষ্কাশন ও ব্যবহার (Occurance, extraction and uses of phosphorus)

অবস্থান : ফসফরাস খুব সক্রিয় মৌল; তাই প্রকৃতিতে ফসফরাস মৌলিক অবস্থায় থাকে না। ফসফরাসকে সাধারণত খনিজ ফসফেটরূপে পাওয়া যায়। যেমন,

- ১। ফসফরাইট (Phosphorite) : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- ২। ফ্লোর অ্যাপাটাইট (Fluorapatite) : $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$
- ৩। ক্লোর অ্যাপাটাইট (Chlorapatite) : $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$

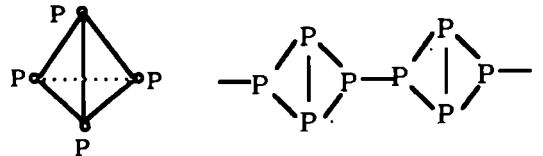
নিষ্কাশন : খনিজ ফসফেটকে সিলিকা (SiO_2) ও কোক কার্বনসহ আধুনিক বৈদ্যুতিক চুল্লিতে $1200^\circ - 1500^\circ \text{C}$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে প্রথমে ক্যালসিয়াম ফসফেট সিলিকার সাথে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ফসফরাস পেটঅক্সাইড (P_2O_5) উৎপন্ন হয়। পরে P_2O_5 কোক কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে ফসফরাস বাষ্পে পরিণত হয় এবং CO গ্যাস উৎপন্ন হয়। ফসফরাসের বাষ্প ও CO গ্যাস চুল্লির নির্গম পথে বের হয়ে আসে। ফসফরাস বাষ্পকে পানিতে শীতল করলে ফসফরাস (সাদা) কঠিন অবস্থায় পাওয়া যায়।



ফসফরাসের বহুরূপতা : ফসফরাস একটি বহুরূপী মৌল; এর দুটি প্রধান রূপভেদ হল- (১) শ্বেত ফসফরাস ও (২) লোহিত ফসফরাস। এছাড়া কাল ফসফরাস নামে তৃতীয় একটি রূপভেদ আছে। সব অবস্থায় লোহিত ফসফরাস শ্বেত ফসফরাসের চেয়ে বেশি সূক্ষিত বা স্থায়ী।

কঠিন অবস্থায় শ্বেত ফসফরাসের (P_4) অণুতে চারটি P পরমাণু তিনটি করে সমযোজী বন্ধনে পরস্পরের মধ্যে আবদ্ধ হয়ে চতুস্তলকীয় গঠন সৃষ্টি করে। চতুস্তলকীয় P_4 অণুতে বন্ধন কোণের মান 60° হয়। ফলে P_4 অণুতে বন্ধনের ওপর পীড়ন (stress) বেশি। তাই P_4 অণুটির

স্থিতিশীলতা কম। অর্থাৎ শ্বেত ফসফরাস বেশ সক্রিয়। শ্বেত ফসফরাসের P_4 অণুগুলো দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বল দ্বারা আবদ্ধ থাকে বলে শ্বেত ফসফরাস মোমের মত নরম। লোহিত ফসফরাস হল একটি উচ্চ পলিমার; এর স্তরীভূত গাঠনিক বিন্যাস (layer structure) রয়েছে। লোহিত ফসফরাস বেশ স্থায়ী।



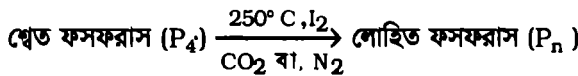
শ্বেত ফসফরাস
এর P_4 অণুর গঠন;

লোহিত ফসফরাস
এর P_n অণুর গঠন

চিত্র ১.৫ : শ্বেত ফসফরাস ও লোহিত ফসফরাস অণুর গঠন।

শ্বেত ফসফরাস ও লোহিত ফসফরাসের পারস্পরিক রূপান্তর

(১) শ্বেত ফসফরাস থেকে লোহিত ফসফরাস : নিষ্ক্রিয় পরিবেশে যেমন, CO_2 বা N_2 গ্যাসের মধ্যে 250°C তাপমাত্রায় ও আয়োডিন প্রভাবকের উপস্থিতিতে শ্বেত ফসফরাসকে উত্তপ্ত করলে লোহিত ফসফরাস উৎপন্ন হয়।



(২) লোহিত ফসফরাস থেকে শ্বেত ফসফরাস : নিষ্ক্রিয় পরিবেশে লোহিত ফসফরাসকে 550°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে লোহিত ফসফরাসের বাষ্প উৎপন্ন হয়। সে বাষ্পকে দ্রুত শীতল করলে শ্বেত ফসফরাস উৎপন্ন হয়।



ব্যবহার : সেফটি ম্যাচ বা নিরাপদ দিয়াশলাই এর কাঠির মাথায় ও বাজের পার্শ্বে লোহিত ফসফরাস ব্যবহৃত হয়। এছাড়া ফসফর ব্রোঞ্জ (কপার, টিন ও ফসফরাস) নামক সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে ফসফরাস ব্যবহৃত হয়। ফসফর ব্রোঞ্জ শক্ত, মরিচারোধী ও ক্ষয়রোধী হওয়ায় বল বিয়ারিং, ভালব ও শক্ত তার প্রস্তুতিতে ফসফর ব্রোঞ্জ ব্যবহৃত হয়।

১.৯ নাইট্রোজেনের হাইড্রাইডসমূহ (Hydrides of nitrogen)

নাইট্রোজেন হাইড্রোজেনের সাথে যুক্ত হয়ে নিম্নোক্ত চারটি অপেক্ষাকৃত সুস্থিত হাইড্রাইড গঠন করে :

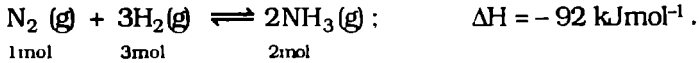
(১) অ্যামোনিয়া NH_3 , (২) হাইড্রাজিন, H_2N-NH_2 , (৩) হাইড্রোজেন অ্যাজাইড বা হাইড্রাজিক এসিড HN_3 ও (৪) অ্যামোনিয়াম অ্যাজাইড NH_4N_3 ।

উল্লেখ্য, হাইড্রাজিন ও এর প্রতিস্থাপিত যৌগসমূহ রকেট ও মিসাইলের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহৃত হয়। হাইড্রোজেন অ্যাজাইড (HN_3) এর বিভিন্ন ভারী ধাতুর লবণ বিস্ফোরণ সংঘটক (detonator) হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এ সব নাইট্রোজেন হাইড্রাইডের মধ্যে কেবল অ্যামোনিয়া সম্বন্ধে আলোচনা করা হল।

অ্যামোনিয়া NH_3 (Ammonia)

১.১০ অ্যামোনিয়ার শিল্পোৎপাদন (Industrial preparation of NH_3)

হেবার সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া : মূলনীতি : নির্দিষ্ট উচ্চ তাপমাত্রায় ও উচ্চ চাপে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন গ্যাস থেকে হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদন করা হয়।



উপরিউক্ত সমীকরণ থেকে জানা যায়, অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণ বিক্রিয়াটি হল—

- (১) একটি উভমুখী বিক্রিয়া
- (২) এ বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী ($\Delta H = -92 \text{ kJmol}^{-1}$)
- (৩) বিক্রিয়াটি গ্যাসীয় ও আয়তন হ্রাসের মাধ্যমে ঘটে

(কারণ বিক্রিয়ক হল 4 mol গ্যাস, কিন্তু উৎপাদ হল 2 mol গ্যাস)।

সুতরাং লা-শ্যাটেলিয়ারের নীতি অনুসারে নিম্ন তাপমাত্রায় ও উচ্চ চাপে বিক্রিয়াটি অধিকতর সম্মুখমুখী হওয়ার কথা। কিন্তু নিম্ন তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটি ধীর গতিতে ও অধিক সময়ের পর সাম্যাবস্থায় পৌঁছে এবং উচ্চ তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটি অধিকতর বিপরীতমুখী হয়। তাই মাঝামাঝি কোন তাপমাত্রায় ও উপযুক্ত প্রভাবক ব্যবহার করে বিক্রিয়াটিকে সম্মুখমুখী ও সাম্যাবস্থার গতি বৃদ্ধি করা হয়।

তাই সর্বাধিক পরিমাণ NH_3 উৎপাদনের শর্তসমূহ নিম্নরূপ :

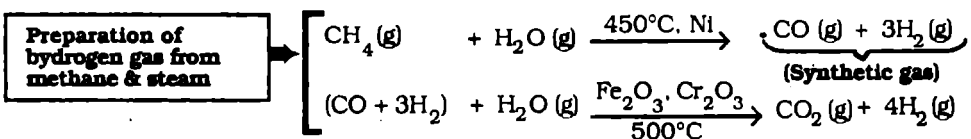
(১) অত্যানুকূল তাপমাত্রা : নিম্ন তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়া উৎপাদন হার কম হয় বলে তা শিল্প কারখানার জন্য অলাভজনক। তাই কারখানায় NH_3 উৎপাদনের জন্য এমন একটি উপযুক্ত তাপমাত্রা পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে নির্দিষ্ট করা হয় যেন সে তাপমাত্রায় উৎপাদিত NH_3 গ্যাসের পরিমাণ শিল্পের জন্য লাভজনক বিবেচিত হয়। এরূপ তাপমাত্রাকে অত্যানুকূল তাপমাত্রা (Optimum temperature) বলে। অ্যামোনিয়া উৎপাদনের অত্যানুকূল তাপমাত্রা হল $450^\circ - 550^\circ C$ ।

(২) উপযুক্ত প্রভাবক : বিক্রিয়ার অত্যানুকূল তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে দ্রুত সাম্যাবস্থায় পৌঁছার জন্য প্রভাবকরূপে লৌহ গুঁড়া এবং প্রভাবক সহায়করূপে Al_2O_3 বা মলিবডেনাম (Mo) ধাতুর গুঁড়া ব্যবহৃত হয়।

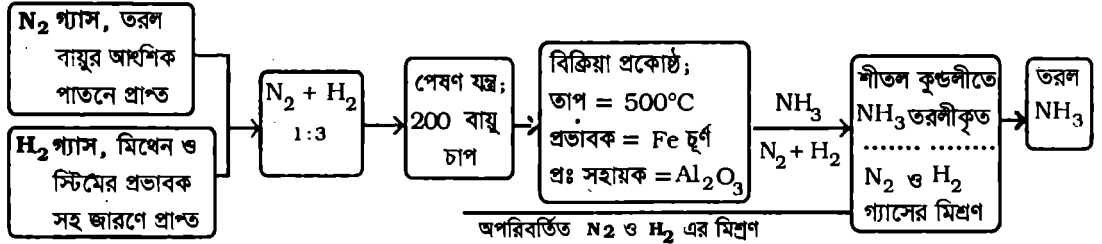
(৩) অত্যানুকূল চাপ : বিক্রিয়াটি গ্যাসীয় এবং আয়তন হ্রাসের মাধ্যমে ঘটে। যেমন, বিক্রিয়ক গ্যাস হল $1 \text{ mol} + 3 \text{ mol} = 4 \text{ mol}$ এবং উৎপাদ NH_3 গ্যাস হল 2 mol ; তাই লা-শ্যাটেলিয়ারের নীতি অনুসারে উচ্চ চাপে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা অর্জন সহজ হয়। ফলে অ্যামোনিয়া উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে অত্যানুকূল তাপমাত্রা $500^\circ C$ ও প্রভাবকের উপস্থিতিতে বিভিন্ন পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করে দেখা গেছে 200 atm চাপে NH_3 উৎপাদন তুলনামূলকভাবে লাভজনক হয়।

(৪) উৎপন্ন NH_3 সংগ্রহ : বিক্রিয়াটি উভমুখী বলে সম্মুখমুখী বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া উৎপাদন ও পশ্চাদমুখী বিক্রিয়ায় NH_3 বিয়োজন এক সাথে ঘটে। তাই NH_3 বিয়োজন যথাসম্ভব রোধ করতে উৎপন্ন NH_3 গ্যাসকে তরলীভূত করে বিক্রিয়াস্থল থেকে পৃথক ও পাত্রে সংগ্রহ করা হয়।

হেবার পদ্ধতিতে ব্যবহৃত N_2 গ্যাস ও H_2 গ্যাসের উৎস : তরল বায়ুকে $-196^\circ C$ নিম্ন তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করে বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন গ্যাস সংগ্রহ করা হয়। প্রাকৃতিক গ্যাস মিথেন থেকে নিম্নলিখিত সমীকরণ মতে হাইড্রোজেন গ্যাস সংগ্রহ করা হয়।



উৎপাদন প্রক্রিয়ার বর্ণনা : তরল বায়ুর আর্শিক পাতন করে -196°C বা 77K তাপমাত্রায় N_2 গ্যাসকে পৃথক করা হয়। আবার মিথেন ও স্টিমের প্রভাবকীয় জারণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2 গ্যাসকে পৃথক করা হয়। অতঃপর এভাবে উৎপাদিত বিশুদ্ধ N_2 ও H_2 গ্যাসকে 1 : 3 আয়তন অনুপাতে মিশ্রিত করে সে মিশ্রণকে 200 বায়ু চাপে স্টিলের তৈরি বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে চালনা করা হয়। বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে 500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত প্রভাবক Fe চূর্ণ ও প্রভাবক সহায়ক Al_2O_3 এর মিশ্রণ থাকে। এ বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে N_2 ও H_2 গ্যাসের বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। এ অত্যনুকূল অবস্থায় সর্বোচ্চ 15 - 20% অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং অবশিষ্ট 80 - 85% N_2 ও H_2 একত্রে মিশ্রিত থাকে। অতঃপর উৎপন্ন বিক্রিয়া মিশ্রণকে শীতল কুণ্ডলীতে চালনা করা হয়। ফলে NH_3 গ্যাস (-33.87°C তাপমাত্রায়) তরলীভূত হয়ে তরল অ্যামোনিয়া পাত্রে জমা হয়। অপরিবর্তিত N_2 ও H_2 গ্যাসের মিশ্রণকে পুনরায় পেষণ যন্ত্রে সরবরাহ করা হয় এবং নতুন গ্যাস মিশ্রণসহ পুনঃ পুনঃ অ্যামোনিয়া উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

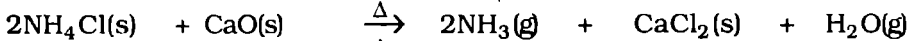


চিত্র ১.৬ : হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের 'প্রবাহ চিত্র'

১.১১ পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি

(Preparation of NH_3 in laboratory)

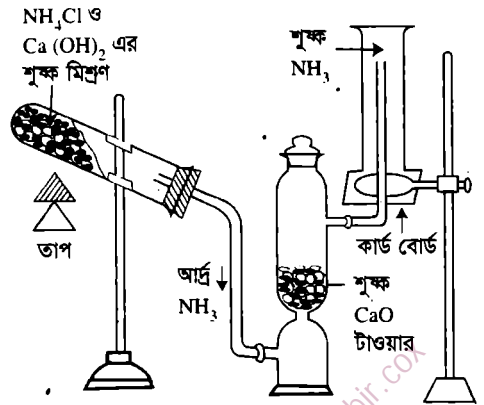
মূলনীতি : পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) ও ক্যালসিয়াম অক্সাইড বা চুন (CaO) অথবা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড বা কলিচূনের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। এই বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া গ্যাসসহ ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়।



পদ্ধতির বর্ণনা : একটি শক্ত টেস্টটিউবে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও এর দ্বিগুণ ভরের শুষ্ক চুন বা কলিচুন মিশ্রণ নেয়া হয়। টেস্টটিউবটির মুখে কর্কের সাহায্যে একটি নির্গম নল যুক্ত করে স্ট্যান্ডের সাথে তা আটকানো হয়।

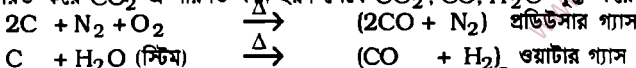
নির্গম নলের খোলা প্রান্তকে শুষ্ক CaO নিরুদক ভর্তি টাওয়ারের নিচের দিকে যুক্ত করা হয়। শেষে এ টাওয়ারের ওপরের পার্শ্ব নলটিকে একটি উপুড় করে আটকানো শুষ্ক গ্যাসজারের ভেতর প্রবিষ্ট রাখা হয়।

এরপর শক্ত টেস্টটিউবের মিশ্রণকে বুনসেন বার্নারের সাহায্যে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করলে আর্দ্র অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।



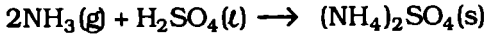
চিত্র ১.৭ : পরীক্ষাগারে শুষ্ক NH_3 গ্যাস প্রস্তুতি।

দ্রষ্টব্য : বিশুদ্ধ N_2 ও বিশুদ্ধ H_2 বস্তু পদ্ধতিতে নিম্ন সমীকরণ মতে উৎপাদন সম্ভব। যেমন, লোহিত তপ্ত কোক ও বায়ুর বিক্রিয়ায় প্রোডিউসার গ্যাস ($2\text{CO} + \text{N}_2$) এবং লোহিত তপ্ত কোক ও স্টিমের বিক্রিয়ায় ওয়াটার গ্যাস ($\text{CO} + \text{H}_2$) উৎপন্ন করে তাদের এমনভাবে মিশ্রিত করা হয় যেন N_2 ও H_2 এর আয়তন 1 : 3 হয়। এ মিশ্রণের CO কে স্টিমসহ Fe_2O_3 , Cr_2O_3 প্রভাবকের উপস্থিতিতে জারিত করে CO_2 এ পরিণত করা হয়। শেষে CO_2 , CO , H_2O মুক্ত করে বিশুদ্ধ N_2 ও H_2 এর মিশ্রণ পাওয়া যায়।



আর্দ্র গ্যাসের শুষ্ককরণ ও সংগ্রহ : উৎপন্ন NH_3 গ্যাসের সাথে জলীয় বাষ্প মিশ্রিত থাকে। নিরুদক CaO ভর্তি টাওয়ারের মধ্য দিয়ে এ আর্দ্র গ্যাসকে প্রবাহিত করা হলে CaO কর্তৃক জলীয় বাষ্প শোষিত হয় এবং শুষ্ক NH_3 গ্যাস বের হয়ে আসে। অ্যামোনিয়া গ্যাস বায়ু অপেক্ষা হালকা বলে নির্গত শুষ্ক NH_3 গ্যাসকে বায়ুর নিম্নমুখী অপসারণ প্রক্রিয়ায় শুষ্ক গ্যাসজারে সংগ্রহ করে ঢেকে রাখা হয়।

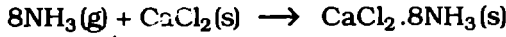
অল্পধর্মী নিরুদক যেমন, গাঢ় H_2SO_4 অথবা P_2O_5 দ্বারা আর্দ্র অ্যামোনিয়া গ্যাসকে শুষ্ক করা যায় না। কারণ ক্ষারধর্মী অ্যামোনিয়া ও H_2SO_4 এসিডের বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম সালফেট লবণ গঠন করে।



আবার ক্ষারধর্মী অ্যামোনিয়া ও অল্পধর্মী P_2O_5 এর বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম ফসফেট লবণ উৎপন্ন হয়।



আবার নিরুদক $CaCl_2$ কে আর্দ্র অ্যামোনিয়া গ্যাসকে শুষ্ককরণে ব্যবহার করা যায় না। কারণ $CaCl_2$ এর সাথে অ্যামোনিয়া বিক্রিয়া করে।

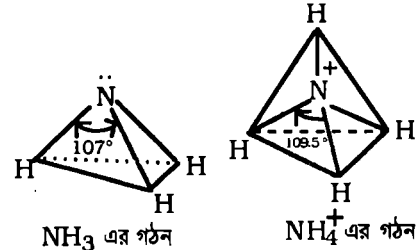
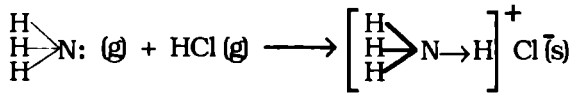


তাই আর্দ্র অ্যামোনিয়ার সঠিক শুষ্ককারক হল চুন (CaO)।

১.১.২ অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়া (Reactions of NH_3)

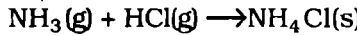
১। অ্যামোনিয়ার ক্ষারকীয় ধর্ম : অ্যামোনিয়ার অণুতে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে চতুস্তলক গঠন সৃষ্টি করে। তখন নাইট্রোজেন পরমাণুর sp^3 সংকরিত নিঃসজ্জা ইলেকটন যুগল চতুস্তলকের চতুর্ধ কোণায় স্থান পায়। সংকর অরবিটালের এই নিঃসজ্জা ইলেকট্রন যুগল দ্বারা অ্যামোনিয়া প্রোটনের সাথে সন্নিবেশ বন্ধন সহযোগে অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) গঠন করে।

অর্থাৎ অ্যামোনিয়া (NH_3) হল প্রোটন গ্রহীতা।



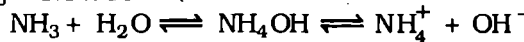
চিত্র ১.৮ : NH_3 ও NH_4^+ এর গঠন।

সুতরাং অল্প ক্ষারক প্রোটনীয় তত্ত্ব মতে অ্যামোনিয়া প্রোটন গ্রহীতা হওয়ায় অ্যামোনিয়া (NH_3) হল একটি ক্ষারক। ক্ষারধর্মী অ্যামোনিয়া গ্যাস ও শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) এর সংস্পর্শে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl)



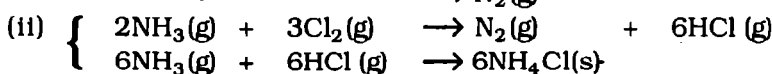
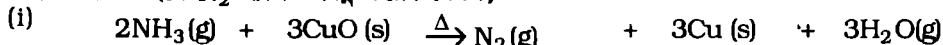
এর সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যামোনিয়া (NH_3) গ্যাসকে শনাক্ত করা যায়।

২। পানির সাথে বিক্রিয়া ও দ্রাব্যতা : অ্যামোনিয়া পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড গঠন করে। তাই অ্যামোনিয়া পানিতে অত্যন্ত দ্রবণীয়। অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ পানিতে আংশিক আয়নিত হয়ে অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) ও হাইড্রক্সাইড আয়ন (OH^-) উৎপন্ন করে। পানিতে অ্যামোনিয়ার আয়নিত হওয়ার পরিমাণ হল ০.৪% অর্থাৎ ১ mol/L ঘনমাত্রার NH_4OH দ্রবণে মাত্র ০.৪% NH_4OH আয়নিত হয় এবং এর বিয়োজন ধ্রুবক, $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ হয়।

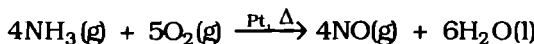
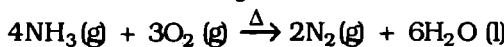


অ্যামোনিয়ার সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণের ঘনত্ব প্রায় ০.৪৪ kg/L। এ দ্রবণে ৩৫ - ৪০% অ্যামোনিয়া থাকে। অ্যামোনিয়ার সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণকে 'দিকার অ্যামোনিয়া' বা 'অ্যামোনিয়া স্পিরিট' বলা হয়।

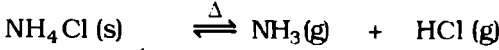
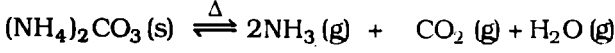
৩। অ্যামোনিয়া বিজারক হিসেবে ক্রিয়া করে। তাই (i) উত্তপ্ত অবস্থায় কম তড়িৎ ধনাত্মক ধাতুর অক্সাইড যেমন, CuO, PbO দ্বারা NH_3 জারিত হয়ে N_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। আবার (ii) ক্লোরিন গ্যাস দ্বারা কক্ষ তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়া জারিত হয়ে N_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন,



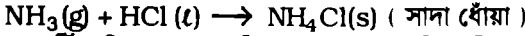
৩(ক) অ্যামোনিয়ার সাথে O_2 এর বিক্রিয়া : অ্যামোনিয়া গ্যাসকে বিশুদ্ধ অক্সিজেনে উত্তপ্ত করলে N_2 ও পানি-বাষ্প উৎপন্ন হয়। কিন্তু প্রাচীনাম প্রভাবকের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে NO গ্যাস ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়। NH_3 গ্যাসের প্রভাবকীয় জারণ দ্বারা HNO_3 উৎপাদন করা হয়।



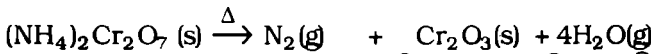
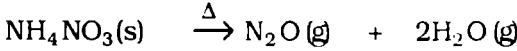
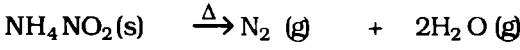
৪। অ্যামোনিয়াম লবণসমূহ তাপে বিয়োজিত হয়ে বাঁঝালো গন্ধযুক্ত অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করে। এটা অ্যামোনিয়াম লবণের শনাক্তকরণের একটি শূক্ষ পরীক্ষা। যেমন,



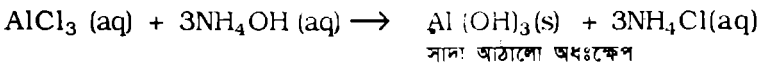
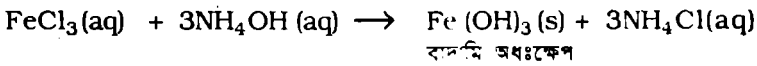
নির্গত NH_3 গ্যাসের সংস্পর্শে গাঢ় HCl এসিডে সিক্ত কাচ রড ধরলে NH_4Cl এর সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি হয়।



৪(১)। কিছু জারণধর্মী এসিডের অ্যামোনিয়াম লবণ তাপে বিয়োজিত হয়ে N_2 গ্যাস, শাইট্রাস অক্সাইড (N_2O) গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন, অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট (NH_4NO_2) তাপ বিয়োজিত হয়ে N_2 গ্যাস, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (NH_4NO_3) তাপ বিয়োজনে N_2O গ্যাস উৎপন্ন হয়। তদুপ, অ্যামোনিয়াম ডাইক্রোমেট লবণ তাপ বিয়োজনে N_2 গ্যাস, ক্রোমিক অক্সাইড (Cr_2O_3) ও পানি বাষ্প উৎপন্ন করে।



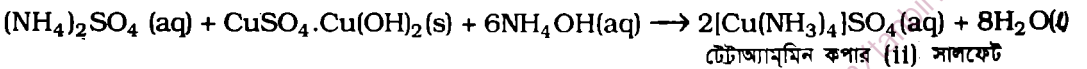
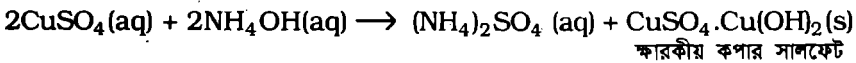
৫। ধাতব লবণের সাথে NH_3 দ্রবণের অধঃক্ষেপণ ক্রিয়া : অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ অর্থাৎ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড, ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$), অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$) ইত্যাদির সাথে বিক্রিয়ায় ধাতব হাইড্রক্সাইডের বিশেষ বিশেষ বর্ণযুক্ত অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে।



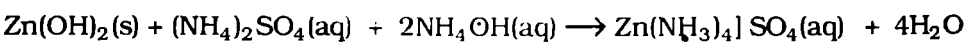
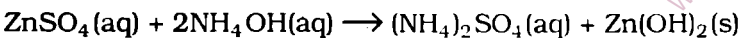
৬। ধাতব আয়নের সাথে জটিল যৌগ গঠন : অ্যামোনিয়া অণুর নাইট্রোজেন পরমাণুতে একটি নিঃসজ্জা ইলেকট্রন যুগল আছে। সে ইলেকট্রন যুগল দ্বারা অবস্থান্তর ধাতুর আয়নগুলো সন্নিবেশ বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে এক প্রকার যৌগ গঠন করে। তখন উৎপন্ন যৌগকে জটিল যৌগ এবং অ্যামোনিয়া অণুকে লিগ্যান্ড (ligand) বলা হয়। সাধারণত কেন্দ্রীয় ধাতব পরমাণুর জারণ সংখ্যার দ্বিগুণ সংখ্যক লিগ্যান্ড সে জটিল যৌগ গঠনে অংশ গ্রহণ করে। জটিল যৌগে অ্যামোনিয়া 'লিগ্যান্ড' থাকলে সে যৌগের নামের পূর্বে অ্যাম্মিন (ammine) শব্দ বসে।

[এ পুস্তকের ৩য় অধ্যায়ে 'd-ব্লক মৌলসমূহের রসায়ন' এর অনুচ্ছেদ ৩.২-এ জটিল যৌগ গঠন (পৃঃ ১৩০) সম্বন্ধে অধিক জানা যাবে।]

(১) $CuSO_4 + NH_4OH$: কপার সালফেট দ্রবণে ধীরে ধীরে NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে দ্রবণীয় $(NH_4)_2SO_4$ ও হালকা নীল বর্ণের অদ্রবণীয় ক্ষারকীয় কপার সালফেটের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়। পরে অধিক NH_4OH দ্রবণের সাথে দ্রবণীয় গাঢ় নীল বর্ণের টেট্রাঅ্যাম্মিন কপার (II) সালফেটের দ্রবণ সৃষ্টি করে।

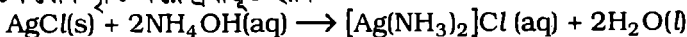


(২) $ZnSO_4 + NH_4OH$: জিংক লবণ, যেমন, জিংক সালফেটের দ্রবণে NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে দ্রবণীয় $(NH_4)_2SO_4$ ও অদ্রবণীয় সাদা জিংক হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে। পরে অধিক NH_4OH দ্রবণের সঙ্গে এই অদ্রবণীয় $Zn(OH)_2$ এর বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় টেট্রাঅ্যাম্মিন জিংক (II) সালফেট উৎপন্ন হয়।



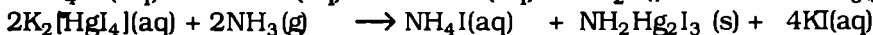
টেট্রাঅ্যাম্মিন জিংক (ii) সালফেট

(৩) $\text{AgCl} + \text{NH}_4\text{OH}$: অদ্রবণীয় সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) এর পানির অবলম্বনে NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে সে অদ্রবণীয় AgCl অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় ডাইঅ্যামিন সিলভার (I) ক্লোরাইড নামক জটিল যৌগ সৃষ্টি করে দ্রবীভূত হয়।



৭। অ্যামোনিয়া গ্যাস বা অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) এর শনাক্তকরণ

(১) সিন্ধু পরীক্ষা : যে কোন অ্যামোনিয়াম লবণ যেমন, NH_4Cl এর জলীয় দ্রবণে 'নেস্‌লার দ্রবণ' যোগ করলে অ্যামোনিয়াম লবণ-এর সাথে নেস্‌লার দ্রবণের মধ্যস্থ অতিরিক্ত ক্ষার যেমন, NaOH বিক্রিয়া করে NH_3 গ্যাস উৎপন্ন করে। ঐ NH_3 গ্যাস নেস্‌লার দ্রবণের পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (II) জটিল যৌগের সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় অ্যামিনো মারকিউরিক আয়োডাইড ($\text{NH}_2\cdot\text{Hg}_2\text{I}_3$) এর বাদামি অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে। এ বাদামি অধঃক্ষেপ ($\text{NH}_2\cdot\text{Hg}_2\text{I}_3$) কে 'আয়োডাইড অব মিলনস্‌ বেস' বলে।



পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (II)

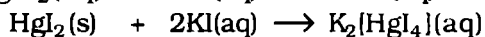
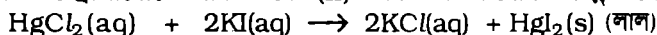
অ্যামিনো মারকিউরিক আয়োডাইড (বাদামি)

(২) শূন্য পরীক্ষা : অনুচ্ছেদ ১.১২-এর ৪ নং বিক্রিয়া দ্রষ্টব্য।

১.১৩ নেস্‌লার দ্রবণ (Nessler's solution)

নেস্‌লার দ্রবণ হল পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (II) (K_2HgI_4) ও পটাসিয়াম হাইড্রোক্সাইড অথবা সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ক্ষার মিশ্রিত দ্রবণ।

শ্রমভূতি : বর্ণহীন মারকিউরিক ক্লোরাইড (HgCl_2) এর দ্রবণের মধ্যে বর্ণহীন পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI) এর দ্রবণ ধীরে ধীরে যোগ করলে প্রথমে মারকিউরিক আয়োডাইড (HgI_2) এর লাল বর্ণের অধঃক্ষেপ ও দ্রবণীয় KI উৎপন্ন হয়। এতে অধিক পরিমাণ KI দ্রবণ যোগ করলে সাথে সাথে সে লাল বর্ণের অধঃক্ষেপ KI এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় বর্ণহীন পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (II) নামক জটিল যৌগ উৎপন্ন করে।



পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (II)

অতঃপর উক্ত বর্ণহীন দ্রবণে গাঢ় KOH অথবা NaOH দ্রবণ যোগ করে ক্ষারীয় করা হয়। উক্ত জটিল যৌগের ক্ষারীয় দ্রবণকে 'নেস্‌লার দ্রবণ' বলে।

ব্যবহার : পরীক্ষাগারে 'নেস্‌লার-দ্রবণ' অ্যামোনিয়া গ্যাস ও অ্যামোনিয়াম যৌগের শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

১.১৩.১ অ্যামোনিয়ার ব্যবহার (Uses of Ammonia)

অ্যামোনিয়ার উল্লেখযোগ্য ব্যবহার হল-

(১) রাসায়নিক সার উৎপাদন যেমন- অ্যামোনিয়াম সালফেট, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট NH_4NO_3 ; ইউরিয়া, NH_2CONH_2 ।

(২) অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া থেকে নাইট্রিক এসিড উৎপাদন করা হয়।

(৩) অ্যামোনিয়া দ্রবণ গ্রিজ, চর্বি, তেল ইত্যাদি পরিষ্কার করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

(৪) নাইলন ও বিভিন্ন নাইট্রোজেন গঠিত জৈব যৌগ তৈরিতে অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হয়।

১.১৪ নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ (Oxides of nitrogen)

নাইট্রোজেন বিভিন্ন অবস্থায় অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে পঁচটি অক্সাইড গঠন করে। এ অক্সাইডসমূহের নাম, সংকেত, অক্সাইডে N এর জারণ অবস্থা ও কিছু ধর্ম নিম্নের সারণিতে দেখান হল :

সারণি ১.৩ : নাইট্রোজেনের পঁচটি অক্সাইডের N-এর জারণ সংখ্যা ও কিছু ধর্ম।

অক্সাইডের নাম	সংকেত	N এর জারণ সংখ্যা	অক্সাইডের ধর্ম
১। ডাইনাইট্রোজেন অক্সাইড বা নাইট্রাস অক্সাইড	$\text{N}_2\text{O}(g)$	+ 1	১। নিরপেক্ষ বর্ণহীন গ্যাস, স্ফুটনাঙ্ক হল- -88.5°C
২। নাইট্রোজেন মনোক্সাইড বা নাইট্রিক অক্সাইড	$\text{NO}(g)$	+ 2	২। নিরপেক্ষ বর্ণহীন গ্যাস, স্ফুটনাঙ্ক -151.8°C
৩। ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড	$\text{N}_2\text{O}_3(g)$	+ 3	৩। অম্লধর্মী গ্যাস -30°C এ নীল বর্ণের তরল। HNO_2 এর অ্যানহাইড্রাইড।
৪। নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড বা ডাইনাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইড	$\text{NO}_2(g)$ $\text{N}_2\text{O}_4(g)$	+ 4	৪। অম্লধর্মী বাদামি গ্যাস। HNO_2 ও HNO_3 এর মিশ্র অ্যানহাইড্রাইড।
৫। ডাইনাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড	$\text{N}_2\text{O}_5(s)$	+ 5	৫। অম্লধর্মী কঠিন পদার্থ, HNO_3 এর অ্যানহাইড্রাইড।

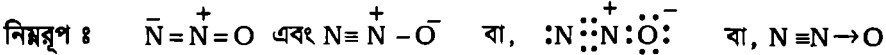
১.১৫ নাইটাস অক্সাইড বা ডাইনাইট্রোজেন অক্সাইড (Nitrous oxide N₂O)

(ক) প্রস্তুতি : প্রায় 250° C তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়াম নাইটেট (NH₄NO₃) লবণকে তাপবিশোধিত করে নাইটাস অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। সুবিধাজনকভাবে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও সোডিয়াম নাইটেটের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে অ্যামোনিয়াম নাইটেট উৎপন্ন ও বিয়োজিত হয়ে থাকে।

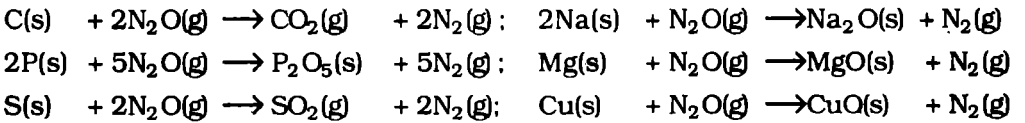


(খ) ভৌত ধর্ম : নাইটাস অক্সাইড বর্ণহীন গ্যাস। এর মৃদু মিষ্ট গন্ধ আছে। নিঃশ্বাসের সাথে অল্প পরিমাণে গ্রহণ করলে এটি হাসির উদ্বেক করে। এজন্য N₂O কে ল্যাফিং গ্যাস (laughing gas) বলা হয়। বেশি পরিমাণে নিঃশ্বাসে গ্রহণ করলে মানুষ অজ্ঞান হয়ে পড়ে। তাই নাইটাস অক্সাইড মৃদু চেতনানাশকরূপে ব্যবহৃত হয়।

(গ) রাসায়নিক ধর্ম : নাইটাস অক্সাইড কক্ষ তাপমাত্রায় খুবই নিষ্ক্রিয়। উচ্চ তাপমাত্রায় N₂O নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনে বিয়োজিত হয়। তখন উৎপন্ন অক্সিজেন বিভিন্ন পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে থাকে। N₂O এর গঠন

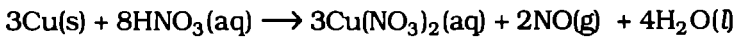


১। জ্বলন্ত কার্বন, ফসফরাস, সালফার এবং উত্তপ্ত সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, কপার প্রভৃতি N₂O গ্যাসের মধ্যে উজ্জ্বল শিখায় জ্বলে উঠে এবং জারিত হয়ে সে সব মৌলের অক্সাইডে পরিণত হয়।



১.১৬ নাইট্রিক অক্সাইড বা নাইট্রোজেন মনোক্সাইড (Nitric Oxide NO)

(ক) পরীক্ষাগারে NO প্রস্তুতির মূলনীতি : পরীক্ষাগারে সাধারণ কক্ষ তাপমাত্রায় কপার গুঁড়া ও মধ্যম গাঢ় নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।



বর্ণনা : উল্ফ বোতলে কিছু কপার কুচি নিয়ে থিস্‌ল ফানেলের সাহায্যে 50% গাঢ় HNO₃ চেলে কপার কুচিকে এসিডে নিমজ্জিত রাখা হয়। এসিডের সংস্পর্শে কপার গুঁড়া বিক্রিয়া করে বর্ণহীন NO গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং বোতলের ভেতরের বায়ুর অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে বাদামি বর্ণের নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO₂)-এর ধোঁয়া উৎপন্ন করে। বাদামি বর্ণের ধোঁয়া নির্গম নলের মুখে সম্পূর্ণভাবে অপসারিত হলে বোতলের গ্যাস বর্ণহীন হয়। তখন ঐ গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় গ্যাস জারে সংগ্রহ করা হয়।

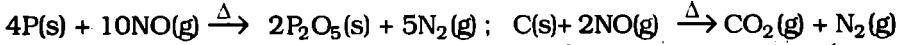
(খ) ভৌত ধর্ম : নাইট্রিক অক্সাইড বর্ণহীন প্রশম অক্সাইড; পানিতে NO গ্যাস সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়।

(গ) রাসায়নিক প্রকৃতি ও দাহ্য ধর্ম : (১) NO গ্যাস নিজে দাহ্য নয় এবং দহনেও সহায়তা করে না। (২) কেবল উচ্চ তাপমাত্রায় NO গ্যাস বিয়োজিত হয়ে পুনরায় নিষ্ক্রিয় N₂ ও সক্রিয় O₂ উৎপন্ন হলে তখনই জারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। NO এর গঠনে একটি অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকে। তা হল $:\overset{\cdot}{\text{N}}=\overset{\cdot}{\text{O}}:$ অথবা, $:\overset{\cdot}{\text{N}}::\overset{\cdot}{\text{O}}:$

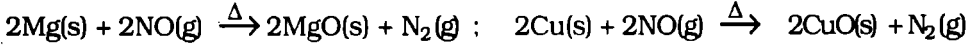
নাইট্রিক অক্সাইড কক্ষ তাপমাত্রায় বায়ুর অক্সিজেনের সাথে সহজেই যুক্ত হয়ে অল্পধর্মী নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO₂) উৎপন্ন করে। উৎপন্ন NO₂ পানির সাথে বিক্রিয়ায় HNO₃ উৎপন্ন করে। এজন্য 'নাইট্রোজেন চক্র' সৃষ্টিতে NO এর ভূমিকা প্রধান।

নাইট্রিক অক্সাইডের জারণ ধর্ম

১। জ্বলন্ত ফসফরাস, লোহিত তন্ত কোক কার্বন নাইট্রিক অক্সাইডে অধিকতর উজ্জ্বলভাবে জ্বলতে থাকে এবং ফসফরাস পেন্টাঅক্সাইড ও কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।

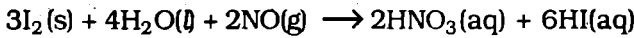


২। উত্তম ম্যাগনেসিয়াম ও কপার ধাতু নাইট্রিক অক্সাইড দ্বারা জারিত হয়ে যথাক্রমে সাদা বর্ণের ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের পাউডার ও কালো বর্ণের কিউপ্রিক অক্সাইড অর্থাৎ কপার (II) অক্সাইড উৎপন্ন করে।

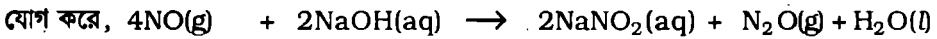
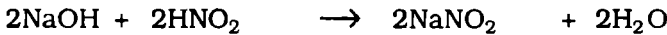
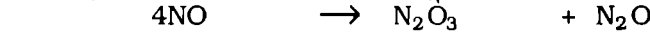


নাইট্রিক অক্সাইডের বিজারণ ধর্ম

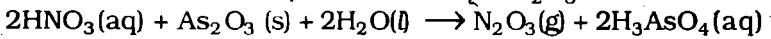
৩। আয়োডিনের সাথে ক্রিয়া : আয়োডিনের লঘু জলীয় দ্রবণ দ্বারা নাইট্রিক অক্সাইড জারিত হয়ে নাইট্রিক এসিডে পরিণত হয় এবং আয়োডিন বিজারিত হয়ে হাইড্রায়োডিক এসিড (HI) উৎপন্ন করে।



৪। ক্ষারের সাথে নাইট্রিক অক্সাইডের বিক্রিয়া : গাঢ় কস্টিক পটাশ (KOH) বা কস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণে নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস চালনা করলে প্রথমে মজারণ বিজারণ প্রক্রিয়ায় তা নিরপেক্ষ নাইটাস অক্সাইড (N₂O) ও N₂O₃ উৎপন্ন করে এবং শেষে N₂O₃ ও পানির বিক্রিয়ায় নাইটাস এসিড (HNO₂) উৎপন্ন হয়। পরে সে HNO₂ এসিডের সঙ্গে ক্ষারের বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় নাইটাইট লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়।

১.১৭ ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড (Dinitrogen trioxide N₂O₃)

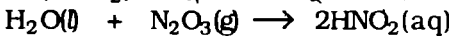
(ক) প্রস্তুতি : (১) আর্সেনিয়াস অক্সাইড (As₂O₃)-এর সাথে 50% গাঢ় নাইট্রিক এসিডকে উত্তম করে ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন করা যায়। উৎপন্ন গ্যাসকে শুষ্ক CaCl₂ দ্বারা শুষ্ক করে শেষে হিমমিশ্র দ্বারা শীতলকৃত U-নলের ভেতর দিয়ে চালনা করলে গাঢ় নীল বর্ণের তরলরূপে N₂O₃ শীতল U-নলে জমা হয়।



(খ) ভৌত ধর্ম : সাধারণ তাপমাত্রায় ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড NO ও NO₂ -এর মিশ্রণরূপে থাকে। তখন এর বর্ণ লালচে-বাদামি বর্ণের হয়। কিন্তু -21° C নিম্ন উষ্ণতায় এটা একটি গাঢ় নীল বর্ণের তরল পদার্থ।

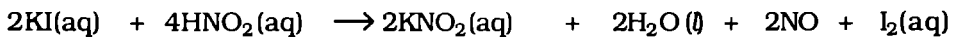
(গ) রাসায়নিক ধর্ম : N₂O₃ এর গঠন সুসম; যেমন, O=N—O—N=O বা, $\ddot{O} : \overset{\times}{N} \times \ddot{O} : \overset{\times}{N} \times \ddot{O} :$

১। নাইটাস এসিড গঠন : বরফ শীতল পানিতে ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড দ্রবীভূত ও বিক্রিয়া করে অস্থায়ী নাইটাস এসিড (HNO₂) উৎপন্ন করে। কিন্তু এর নাইটাইট লবণ খুব স্থায়ী।

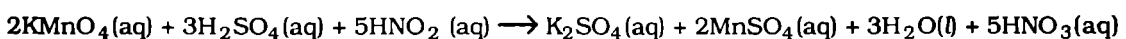


তাই ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইডকে 'নাইটাস-অ্যান্‌হাইড্রাইড' বলে। ক্ষারের সাথে N₂O₃ এর বিক্রিয়ায় নাইটাইট লবণ উৎপন্ন হয়। 2KOH(aq) + N₂O₃(g) → 2KNO₂(aq) + H₂O(l)

২। জারকরূপে নাইটাস এসিড : N₂O₃ এর জলীয় দ্রবণ বা নাইটাস এসিড (HNO₂) জারকরূপে, পটাশিয়াম আয়োডাইড (KI) দ্রবণ হতে আয়োডিন বিমুক্ত করে এবং নাইট্রিক অক্সাইড, পটাশিয়াম নাইটাইট ও পানি উৎপন্ন হয়।



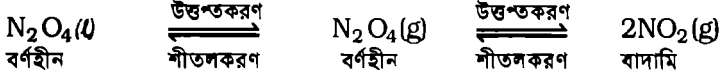
৩। বিজারকরূপে নাইটাস এসিড : নাইটাস এসিড (HNO₂) বিজারকরূপে লঘু H₂SO₄ মিশ্রিত KMnO₄ দ্রবণকে বিজারিত করে পটাশিয়াম সালফেট, ম্যাঙ্গানাস সালফেট ও পানি উৎপন্ন করে এবং নিজে জারিত হয়ে নাইট্রিক এসিডে পরিণত হয়।



১.১৮ নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (Nitrogen dioxide NO₂)

বা ডাইনাইট্রোজেন টেট্রোঅক্সাইড (Dinitrogen tetroxide N₂O₄)

নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড : নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO₂) ও এর ডাইমার ডাইনাইট্রোজেন টেট্রোঅক্সাইড (N₂O₄) উভয় ক্ষেত্রে নাইট্রোজেনের জারণ অবস্থা হল +4। নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO₂) হল বাদামি বর্ণের গ্যাস। একে শীতল করলে ডাইমারকরণের ফলে বর্ণহীন ডাইনাইট্রোজেন টেট্রোঅক্সাইডের তরলে পরিণত হয়।



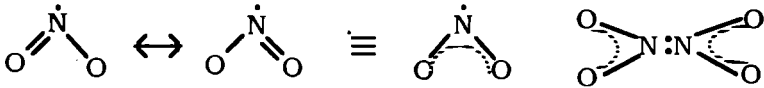
(ক) প্রস্তুতি : ১। সোডিয়াম, পটাসিয়াম (গ্রুপ-I এর ধাতু) ও অ্যামোনিয়ামের নাইট্রেট ব্যতীত প্রায় সকল ধাতব নাইট্রেট উত্তাপে বিয়োজিত হয়ে ধাতব অক্সাইড, বাদামি নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO₂) গ্যাস ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে। তবে পরীক্ষাগারে সাধারণত লেড নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করে NO₂ গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। লেড নাইট্রেটের অণুতে কোন কেলাস পানি না থাকায় এর ব্যবহার সুবিধাজনক।



২। গাঢ় নাইট্রিক এসিডের সাথে ধাতুর বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে কপার ধাতু ব্যবহার করা সুবিধাজনক। $\text{Cu}(\text{s}) + 4\text{HNO}_3(\text{গাঢ়}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

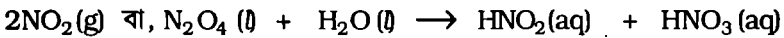
৩। সোডিয়াম নাইটাইট (NaNO₂) ও গাঢ় নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। $\text{NaNO}_2(\text{s}) + 2\text{HNO}_3(\text{গাঢ়}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}_2(\text{g})$

(খ) রাসায়নিক ধর্ম : NO₂ এর গঠনে একটি অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকে এবং তা বন্ধন ইলেকট্রন যুগলকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনের তুলনায় কম বিকর্ষণ করে। তাই NO₂ এর বন্ধন কোণ 120° এর চেয়ে বেড়ে 134° হয়। NO₂ এর দুটি অণু অযুগ্ম ইলেকট্রন দ্বারা বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে ডাইমার N₂O₄ গঠন করে। যেমন,



চিত্র ১.১৪ : NO₂ এর গঠন ও NO₂ এর ডাইমার N₂O₄ ।

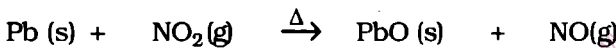
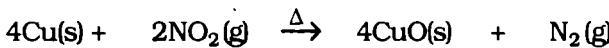
১। নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড একটি অম্লীয় অক্সাইড। এটা শীতল পানিতে দ্রবীভূত হয়ে নাইট্রিক এসিড ও অস্থায়ী নাইটাস এসিড (HNO₂) উৎপন্ন করে। তাই NO₂ কে উভয় এসিডের মিশ্র অ্যানহাইড্রাইড বলে।



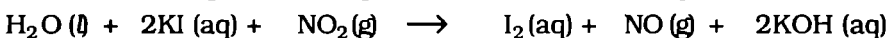
২। ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়া : সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড বা পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণ দ্বারা অল্পধর্মী NO₂ শোষিত হয়ে নাইটাইট ও নাইট্রেট লবণ এবং পানি উৎপন্ন করে।



৩। NO₂ এর জারণ ধর্ম : (ক) নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO₂) লোহিত তপ্ত লৌহ, কপার, লেডকে জারিত করে এদের অক্সাইডে পরিণত করে এবং NO₂ বিজারিত হয়ে N₂ অথবা নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়।



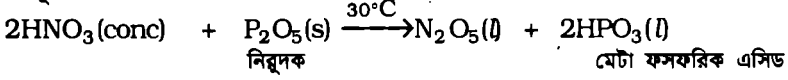
৪। নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড H₂S গ্যাস ও KI দ্রবণকে জারিত করে যথাক্রমে সালফার গুঁড়া এবং I₂ বিমুক্ত করে। প্রত্যেক ক্ষেত্রে NO₂ বিজারিত হয়ে NO গ্যাসে পরিণত হয়।



১.১৯ ডাইনাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড (Dinitrogen pentoxide N_2O_5)

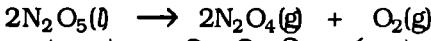
(ক) প্রস্তুতি : ১। গাঢ় নাইট্রিক এসিডকে শক্তিশালী নিরুদক ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড (P_2O_5) এর সাহায্যে নিরুদিত করে নাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।

একটি বক যন্ত্রে গাঢ় নাইট্রিক এসিড ও P_2O_5 নিয়ে পানি গাহের ওপর উত্তপ্ত করলে N_2O_5 উৎপন্ন ও পাতিল হয়ে কমলা বর্ণের তরলরূপে গ্রাহক পাত্রে জমা হয়। বক যন্ত্রে মেটা ফসফরিক এসিড অবশেষ থাকে।

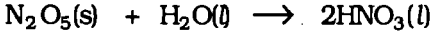


(খ) ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম : N_2O_5 এর গঠন সুসম। যেমন, $O = \overset{\overset{O}{\parallel}}{N} - O - \overset{\overset{O}{\parallel}}{N} = O$ বা, $\overset{\overset{O}{\parallel}}{O} : \overset{\overset{O}{\parallel}}{N} : \overset{\overset{O}{\parallel}}{N} : \overset{\overset{O}{\parallel}}{O}$

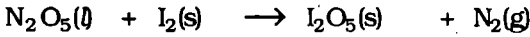
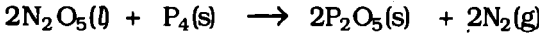
১। কঠিন অবস্থায় নাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড একটি বর্ণহীন কেলাসাকার পদার্থ। $29^\circ C$ তাপমাত্রায় কঠিন N_2O_5 হলুদ বর্ণের তরলে পরিণত হয়। তরল অবস্থায় এটা ধীরে ধীরে বিয়োজিত হয়ে N_2O_4 ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে এবং $50^\circ C$ তাপমাত্রায় এ বিয়োজন বিস্ফোরণসহ ঘটে।



২। নাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড একটি পানিগ্রাসী পদার্থ। এটা পানিতে দ্রবীভূত হয়ে নাইট্রিক এসিড উৎপন্ন করে। তাই একে নাইট্রিক এসিডের অ্যান্‌হাইড্রাইড বলা হয়।



৩। জারণ ধর্ম : নাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড একটি শক্তিশালী জারক। ফসফরাসকে তরল N_2O_5 এর সাথে উত্তপ্ত করলে জ্বলে ওঠে। আয়োডিনের গুঁড়া N_2O_5 দ্বারা জারিত হয়ে আয়োডিন পেন্টঅক্সাইডে পরিণত হয়।



(গ) ব্যবহার : নাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড ধাতব নাইট্রেট প্রস্তুত করতে প্রবল জারকরূপে ব্যবহৃত হয়।

১.২০ নাইট্রোজেনের অক্সো এসিডসমূহ (Oxo acids of nitrogen)

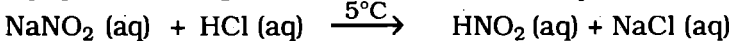
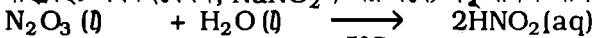
নাইট্রোজেনের দুটি উল্লেখযোগ্য অক্সো এসিড আছে। যেমন,

(১) নাইট্রাস এসিড (HNO_2) ও (২) নাইট্রিক এসিড (HNO_3)। প্রথমটিতে N এর জারণ সংখ্যা + 3 এবং দ্বিতীয়টিতে +5। নাইট্রাস এসিড কম স্থায়ী যৌগ; তবে এ এসিডের লবণ যেমন, নাইট্রাইট লবণ বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়। নাইট্রিক এসিডই সুস্থিত এবং একমাত্র অর্ধনৈতিক গুরুত্বসম্পন্ন নাইট্রোজেনের অক্সো এসিড।

১.২১ নাইট্রাস এসিড ও নাইট্রাইট লবণ (Nitrous acid and nitrite salts)

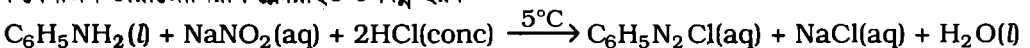
(ক) নাইট্রাস এসিড প্রস্তুতি :

নাইট্রাস এসিড (HNO_2) হল অস্থায়ী ও দুর্বল এসিড। এর $pK_a = 3.34$ ($25^\circ C$)। তাই নাইট্রাস এসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য নাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড (N_2O_3) কে $0^\circ C$ উষ্ণতায় পানিতে দ্রবীভূত করতে হয় অথবা শীতল ও লঘু নাইট্রাইট লবণ (যেমন, $NaNO_2$) এর মধ্যে লঘু খনিজ এসিড যোগ করতে হয়।



উৎপন্ন নাইট্রাস এসিডের জলীয় দ্রবণ $5^\circ C$ তাপমাত্রার নিচে বেশ স্থায়ী বা সুস্থিত থাকে। ডায়াজেনিয়াম লবণ প্রস্তুতির জন্য এই এসিড দ্রবণ ব্যবহার করা যায়। যেমন,

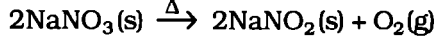
পরীক্ষাগারে $0 - 5^\circ C$ উষ্ণতায় অ্যানিগনের সাথে সোডিয়াম নাইট্রাইট লবণের দ্রবণ ও গাঢ় HCl মিশ্রিত করলে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



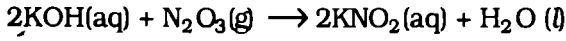
নাইট্রাইট লবণ : নাইট্রাস এসিডের লবণকে নাইট্রাইট লবণ বলা হয়। যেমন, সোডিয়াম নাইট্রাইট (NaNO_2), পটাসিয়াম নাইট্রাইট (KNO_2)। এ দুটি নাইট্রাইট লবণ তাপে স্থিতিশীল।

সাধারণত সোডিয়াম নাইট্রাইট ও পটাসিয়াম নাইট্রাইট পরীক্ষাগারে ও বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রাইট লবণ প্রস্তুতি : (১) ক্রার ধাতুর নাইট্রেট লবণকে তাপ-বিয়োজিত করে নাইট্রাইট লবণ প্রস্তুত করা হয়।



(২) ক্রারের সাথে ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড (N_2O_3) এর বিক্রিয়ায় নাইট্রাইট লবণ উৎপন্ন হয়।



(খ) বিক্রিয়া : ১। কক্ষ তাপমাত্রায় অর্থাৎ 20°C -এর উর্ধ্বে নাইট্রাস এসিড (HNO_2) স্বপ্রণোদিত জারণ বিজারণ বা অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়ায় নাইটিক এসিড (HNO_3), নাইট্রোজেন মনোঅক্সাইড (NO) ও পানি উৎপন্ন করে।



এক্ষেত্রে HNO_2 এর বেলায় N এর জারণ সংখ্যা + 3, HNO_3 এর বেলায় N এর জারণ সংখ্যা + 5 এবং NO এর বেলায় N এর জারণ সংখ্যা + 2 হয়েছে।

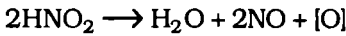
নাইট্রাইট আয়ন : নাইট্রাস এসিড (HNO_2) ও এর নাইট্রাইট লবণ (যেমন, (NaNO_2)) এর অণুস্থিত একযোজী ঋণাত্মক মূলকটিকে নাইট্রাইট আয়ন (NO_2^-) বলে। এর ত্রিমাত্রিক গঠন V আকৃতির; বন্ধন কোণ 115° এবং একজোড়া π ইলেকট্রন অনুরণিত অবস্থায় থাকে।

নাইট্রাইট (NO_2^-) আয়নযুক্ত যৌগ যেমন, HNO_2 ও KNO_2 এর জারণ ও বিজারণ ধর্ম উভয়ই আছে। এর কারণ নাইট্রাস এসিড (HNO_2) এর অণুতে N এর জারণ সংখ্যা হল (+ 3)। তাই নাইট্রাস এসিডের N পরমাণুটি যখন এর জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করে এর পরবর্তী উচ্চতর জারণ সংখ্যা (+ 5) এ যেতে চায়, তখন নিজে জারিত হয় এবং অন্য পদার্থকে বিজারিত করে। তাই HNO_2 এর বিজারণ ক্ষমতা আছে।

আবার HNO_2 এর N-পরমাণুটি যখন এর পরের নিম্নতর জারণ সংখ্যা (+2) এ যেতে চায়, তখন নিজে বিজারিত হয়ে অন্য পদার্থকে জারিত করে।

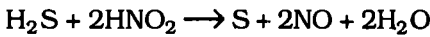


চিত্র ১.১০ : নাইট্রাইট আয়নের গঠন

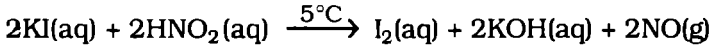


নাইট্রাইট (NO_2^-) আয়নের জারণ ক্রিয়ার উদাহরণ :

২। নাইট্রাস এসিডের দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড চালনা করলে হৃদ সালফার গুঁড়া, NO গ্যাস উৎপন্ন হয়।

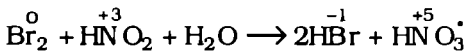
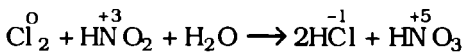


৩। পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণ নাইট্রাস এসিডে জারিত হয়ে আয়োডিন দ্রবণ উৎপন্ন হয়। দ্রবণে পটাসিয়াম হাইড্রজেনাইড দ্রবীভূত থাকে।

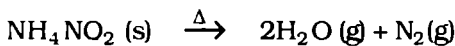


নাইট্রাইট (NO_2^-) আয়নের বিজারণ ক্রিয়ার উদাহরণ :

৪। ক্লোরিন ও ব্রোমিনকে এদের জলীয় দ্রবণে নাইট্রাস এসিড বিজারিত করে এদের হাইড্রাসিডে পরিণত করে এবং HNO_2 নিজে জারিত হয়ে নাইটিক এসিড (HNO_3)-এ পরিণত হয়।



৫। অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট (NH_4NO_2) তাপে বিয়োজিত হয়ে পানি-বাষ্প ও নাইট্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

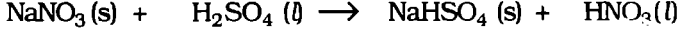


৬। নাইট্রাইট আয়নের শনাক্তকরণ : অনুচ্ছেদ ১.৬৪ এর (খ) অংশ দ্রষ্টব্য।

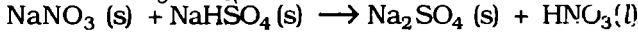
১.২২ নাইট্রিক এসিড (Nitric acid HNO₃)

পরীক্ষাগারে নাইট্রিক এসিড প্রস্তুতি : নাইট্রিক এসিড একটি উদ্বায়ী এসিড (স্ফুটনাঙ্ক 86° C)। অতএব যে কোন নাইট্রেট লবণকে কোন-অনুদ্বায়ী এসিডের সাথে পাতন করলে নাইট্রিক এসিড উৎপন্ন হয়।

পরীক্ষাগারে সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO₃) অথবা পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO₃) লবণ ও কম উদ্বায়ী গাঢ় সালফিউরিক এসিডের মিশ্রণকে 200°—300° C তাপমাত্রায় পাতন করে নাইট্রিক এসিড (HNO₃) প্রস্তুত করা হয়। উভয়ের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বাই সালফেট (বা পটাসিয়াম বাই সালফেট) ও নাইট্রিক এসিডের বাষ্প উৎপন্ন হয়।



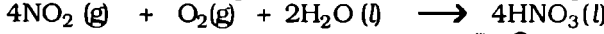
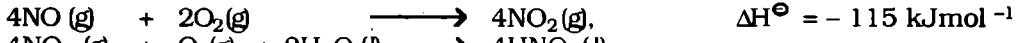
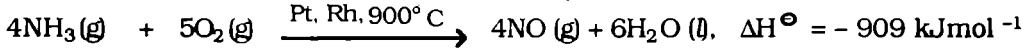
উচ্চ তাপমাত্রায় যেমন, 800°C-এ সোডিয়াম বাই সালফেট অধিক NaNO₃ এর সঙ্গে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সালফেট ও অধিক HNO₃ উৎপন্ন করে।



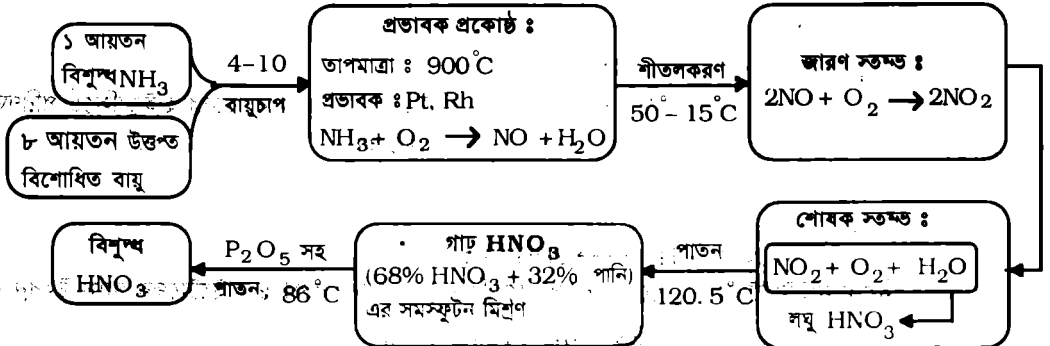
১.২৩ নাইট্রিক এসিডের শিল্পোৎপাদন (Manufacture of nitric acid)

অ্যামোনিয়া থেকে অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক এসিড উৎপাদন

মূলনীতি : বিশুদ্ধ শুষ্ক অ্যামোনিয়াকে 900° C তাপমাত্রায় উত্তম প্রাটিনাম রোডিয়াম সংকর (90% Pt, 10% Rh) প্রভাবকের উপস্থিতিতে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে নাইট্রিক এসিডের অ্যানহাইড্রাইড অর্থাৎ নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO₂) গ্যাসে পরিণত করা হয়। উৎপন্ন NO₂ গ্যাস অধিক অক্সিজেন ও পানির সাথে বিক্রিয়া করে নাইট্রিক এসিড (HNO₃) উৎপন্ন করে। প্রক্রিয়ায় নিম্নরূপ বিক্রিয়া ঘটে :



বর্ণনা : শুষ্ক বায়ুকে প্রায় 4—10 বায়ুচাপে বায়ু-ছাঁকনির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করে ধূলাবালি মুক্ত করা হয় এবং শেষে তাপ বিনিময় প্রকোষ্ঠে একে চালনা করে উত্তম করা হয়। অতঃপর হেবার প্রণালী হতে প্রাপ্ত বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়া ও উত্তম বিশোধিত বায়ুকে 1 : 8 আয়তন পরিমাণে মিশ্রিত করে শেষে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নির্মিত সিলিভার আকৃতির প্রভাবক প্রকোষ্ঠে চালনা করা হয়। 'প্রভাবক প্রকোষ্ঠে' কয়েক সারি সূক্ষ্ম প্রাটিনাম রোডিয়াম সংকর তারজালি অনুভূমিকভাবে বিন্যস্ত থাকে। প্রক্রিয়ার প্রারম্ভে বৈদ্যুতিক উপায়ে প্রভাবক প্রকোষ্ঠকে প্রায় 900° C তাপমাত্রায় উত্তম রাখা হয়। এই উচ্চ তাপমাত্রায় ও প্রভাবকের সান্নিধ্যে 96%-এর অধিক অ্যামোনিয়া গ্যাস বায়ুস্ব অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে নাইট্রিক অক্সাইডে (NO) পরিণত হয়। উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইড ও বায়ুর মিশ্রণকে নল সহযোগে 'তাপ বিনিময় প্রকোষ্ঠে' ও নলাকৃতির স্টিম বয়লারের ভেতর দিয়ে চালনা করে প্রায় 50° C উষ্ণতায় শীতল করা হয় এবং পরে জারণ স্তম্ভে প্রেরণ করা হয়। এই তাপমাত্রায় নাইট্রিক অক্সাইড বায়ুস্ব অক্সিজেন দ্বারা জারণ স্তম্ভে জারিত হয়ে নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইডে (NO₂) পরিণত হয়। জারণ স্তম্ভ হতে NO₂ গ্যাস-নুড়ি পাথর ভর্তি ইস্পাতের শোষক স্তম্ভে নিচের দিকে প্রবেশ করে এবং স্তম্ভের ওপর হতে উষ্ণ পানির



চিত্র ১.১১.১ : অসওয়াল্ড প্রণালীতে অ্যামোনিয়া থেকে নাইট্রিক এসিড উৎপাদনের প্রবাহ চিত্র।

সূক্ষ ধারা পতিত হয়। উক্ত পানিতে NO_2 গ্যাস ও অক্সিজেন শোষিত হয়ে নাইটিক এসিড উৎপন্ন করে। এভাবে উৎপন্ন লঘু নাইটিক এসিডকে পাতনের পর ঘনমাত্রা প্রায় 68% HNO_3 ও 32% H_2O এর সমস্ফুটন মিশ্রণ পাওয়া যায়। এই 68% গাঢ় HNO_3 কে P_2O_5 সহযোগে পাতিত করে বিশুদ্ধ HNO_3 প্রস্তুত করা হয়। কারণ P_2O_5 নিরুদকরূপে পানি শোষণ করে থাকে।

১.২৪ বাণিজ্যিক নাইটিক এসিডের শ্রেণীবিভাগ (Classification of commercial nitric acids)

বাজারে সাধারণত চার প্রকারের নাইটিক এসিড পাওয়া যায়। যেমন,

১। সাধারণ শক্তিশালী নাইটিক এসিড : এটা হল 68% HNO_3 । এর আঃ গুরুত্ব 1.41। এর ঘনমাত্রা 15(M)। এটা হল 120.5°C স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট নাইটিক এসিড ও পানির সমস্ফুটন মিশ্রণ।

২। গাঢ় নাইটিক এসিড : এটা হল 98% HNO_3 এর আঃ গুরুত্ব 1.5 ও ঘনমাত্রা 22 (M)।

৩। বিশুদ্ধ নাইটিক এসিড : এটা হল 99.8% বর্ণহীন নাইটিক এসিড এবং শক্তিশালী জারক। এর ঘনমাত্রা 24(M)।

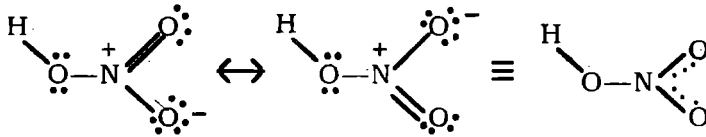
৪। ধূমায়মান নাইটিক এসিড : প্রায় 96 - 98% HNO_3 ঘনমাত্রার গাঢ় নাইটিক এসিডে অধিক নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2) দ্রবীভূত থাকে। তখন তা থেকে বাদামি NO_2 গ্যাস বের হয়ে বায়ুতে ধোঁয়া উৎপন্ন করে। তাই সে ঘনমাত্রার নাইটিক এসিডকে ধূমায়মান নাইটিক এসিড বলা হয়।

স্টার্চ গুঁড়াকে গাঢ় HNO_3 সহ পাতিত করলে লালচে খয়েরী বর্ণের পাতিত তরল পাওয়া যায়। স্টার্চ দ্বারা কিছু গাঢ় HNO_3 বিজারিত হয়ে NO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং তা অবশিষ্ট নাইটিক এসিডসহ পাতিত ও শোষিত হয়ে থাকে। ধূমায়মান নাইটিক এসিড শক্তিশালী জারকরূপে শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

১.২৫ নাইটিক এসিডের ধর্ম (Properties of HNO_3)

বিশুদ্ধ নাইটিক এসিড একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ। এর স্ফুটনাঙ্ক 86°C । এর আঃ গুরুত্ব 1.52। হিমাঙ্ক -41.3°C । পানিতে যে কোন অনুপাতে নাইটিক এসিড দ্রবীভূত হয়।

বাস্থীয় অবস্থায় নাইটিক এসিডের আণবিক গঠন নিম্নরূপ হয়ে থাকে।



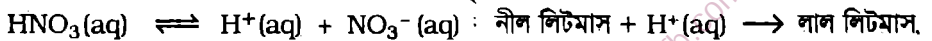
চিত্র ১.১২ : HNO_3 এর গঠন।

সক্রিয়তা : নাইটিক এসিডের রাসায়নিক ধর্মকে নিম্নোক্ত দু শ্রেণীতে আলোচনা করা হল :

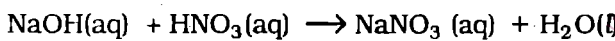
(ক) HNO_3 -এর অম্ল ধর্ম ও (খ) HNO_3 -এর জারণ ধর্ম

(ক) HNO_3 -এর অম্ল ধর্ম : HNO_3 একটি তীব্র এসিড। লঘু জলীয় দ্রবণে HNO_3 প্রায় সম্পূর্ণ (প্রায় 93%) আয়নিত হয়ে হাইড্রোজেন আয়ন বা প্রোটন (H^+) উৎপন্ন করে। কাজেই -

১। HNO_3 -এর জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) সৃষ্টির কারণে নীল লিটমাস লাল হয়।



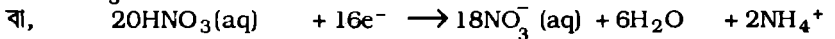
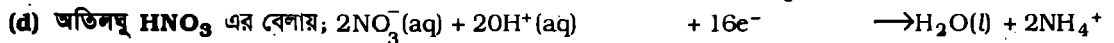
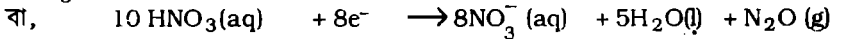
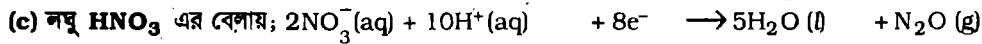
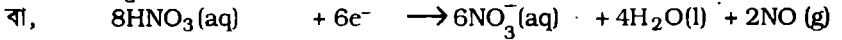
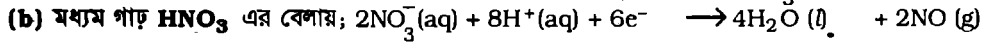
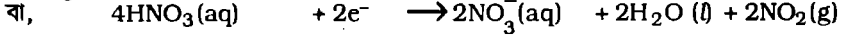
২। এক-ক্ষারকীয় HNO_3 ক্ষারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় নাইট্রেট লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



৩। HNO_3 -এর লঘু জলীয় দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম ও ক্যালসিয়াম ধাতু HNO_3 হতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন করে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

উপরিউক্ত রাসায়নিক ধর্ম দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, HNO_3 একটি এসিড।

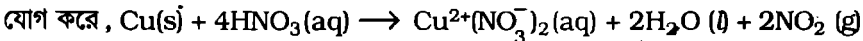
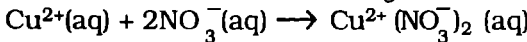
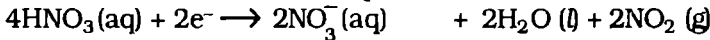
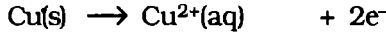
(খ) **(HNO₃)-এর জারণ ধর্ম** : ইলেকট্রন মতবাদ অনুসারে, যেকোন জারক পদার্থের মত নাইট্রিক এসিড ইলেকট্রন গ্রহণ করে থাকে। HNO₃ এর জলীয় দ্রবণে উৎপন্ন হাইড্রোজেন আয়ন (H⁺) এবং নাইট্রেট আয়ন (NO₃⁻) বিজারিত হতে পারে। কেবল Ca এবং Mg ধাতু H⁺ কে বিজারিত করে হাইড্রোজেন গ্যাসে পরিণত করে। কিন্তু সক্রিয়তা সিরিজে Ca ও Mg এর পরবর্তী ধাতুগুলো দ্বারা নাইট্রেট আয়ন (NO₃⁻) বিজারিত হয়ে থাকে। এ বিজারণ রেডক্স (redox) সমতা দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়ে থাকে। HNO₃ এর গাঢ়তা ও ধাতুর সক্রিয়তার ওপর নির্ভর করে নিম্নোক্ত চার প্রকারে দুটি করে নাইট্রেট আয়ন (NO₃⁻) বিজারক পদার্থ থেকে প্রাপ্ত ইলেকট্রন দ্বারা [সংখ্যাক্রম, 2, 6, 8 এবং 16 টি ইলেকট্রন দ্বারা] বিজারিত হয়ে যথাক্রমে NO₂, NO, N₂O এবং NH₄⁺ উৎপন্ন করে। যেমন,



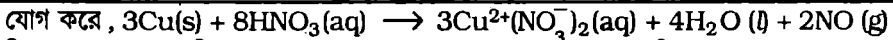
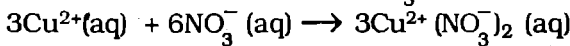
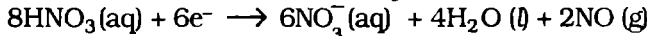
উল্লেখ্য, উপরিউক্ত বিক্রিয়াগুলোতে নাইট্রেট আয়ন (NO₃⁻) এর N পরমাণুর জারণ সংখ্যা + 5 হ্রাস পেয়ে যথাক্রমে (a) এর বেলায় + 4; (b) এর বেলায় + 2; (c) এর বেলায় + 1 এবং (d) এর বেলায় - 3 হয়েছে।

বাস্তবে বিভিন্ন গাঢ়তায় নাইট্রিক এসিড (HNO₃) একটি শক্তিশালী জারক। এর কারণ HNO₃ এর কেন্দ্রীয় পরমাণু N এর জারণ সংখ্যা + 5 এবং তা হ্রাস পেয়ে + 4, + 2, + 1, - 3 ইত্যাদি হতে পারে। জারক বিজারকের সংজ্ঞা মতে, HNO₃ বিক্রিয়াকালে বিজারক হতে ইলেকট্রন গ্রহণ করে (অথবা বিজারককে জায়মান অক্সিজেন যোগান দিয়ে) জারকরূপে ক্রিয়া করে। HNO₃ এর জারণ ক্রিয়া ধাতু, অধাতু ও যৌগসহ নিম্নোক্ত উদাহরণে দেখানো হল :

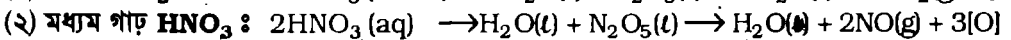
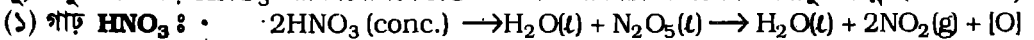
১। কপার ধাতুর সাথে শীতল ও গাঢ় নাইট্রিক এসিডের জারণ ক্রিয়ায় কপার নাইট্রেট, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড ও পানি উৎপন্ন হয়। যেমন,



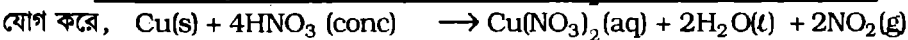
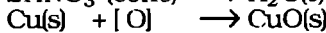
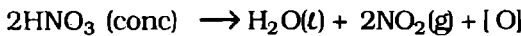
২। কপার ধাতুর সাথে মধ্যম গাঢ় নাইট্রিক এসিডের জারণ ক্রিয়ার ফলে কপার নাইট্রেট, নাইট্রিক অক্সাইড ও পানি উৎপন্ন হয়। যেমন,



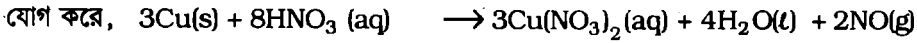
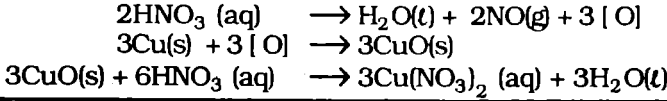
জারণ ক্রিয়ার জায়মান অক্সিজেন মতবাদ : উল্লেখ্য, HNO₃ এর জারণ ক্রিয়াকে ব্যাখ্যা করার জন্য জায়মান অক্সিজেন মতবাদ রয়েছে। এ মতবাদ অনুসারে গাঢ় HNO₃ বিয়োজিত হয়ে NO₂ ও একটি জায়মান অক্সিজেন পরমাণু; কিন্তু মধ্যম গাঢ় HNO₃ এর বিয়োজনে NO ও তিনটি জায়মান অক্সিজেন পরমাণু উৎপন্ন হয়। যেমন,



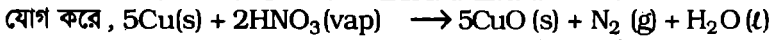
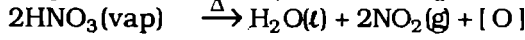
১ (ক)। কপার ধাতু ও শীতল গাঢ় HNO₃ এর বিক্রিয়ায় কপার নাইট্রেট, NO₂ গ্যাস ও পানি উৎপন্ন হয়। (জায়মান অক্সিজেন মতবাদ মতে)



২ (ক)। কপার ধাতু ও মধ্যম গাঢ় HNO₃ এর বিক্রিয়ায় কপার নাইট্রেট, NO গ্যাস ও পানি উৎপন্ন হয়। (জায়মান অক্সিজেন মতবাদ মতে)

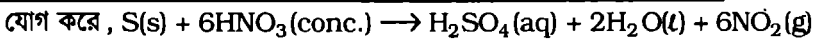
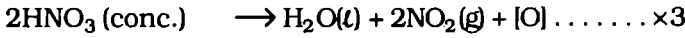


৩। উত্তমত কপার গুঁড়ার ওপর দিয়ে গাঢ় HNO₃ এর বাষ্পকে চালনা করলে কপার (II) অক্সাইড, N₂ গ্যাস ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়। গাঢ় HNO₃ এর বিয়োজনে উৎপন্ন জারণধর্মী NO₂ ও জায়মান অক্সিজেন দ্বারা কপার জারিত হয়।



৪। উত্তমত গাঢ় HNO₃ দ্বারা S, P, I₂, C ইত্যাদি অধাতব মৌল সর্বোচ্চ জারণ অবস্থায় জারিত হয়ে প্রথমে অক্সাইড যেমন, SO₃, P₂O₅, I₂O₅, CO₂ গঠন করে। পরে এরা পানির সাথে বিক্রিয়া করে অক্সো এসিডে পরিণত হয়। যেমন,

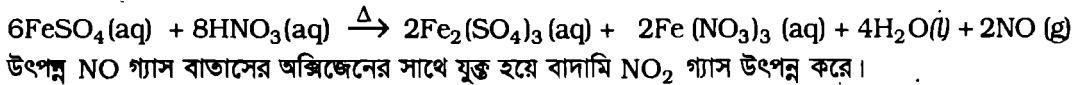
৪(১)। উত্তমত গাঢ় HNO₃ সালফারকে জারিত করে সালফার ট্রাই অক্সাইডে পরিণত করে। পরে ঐ SO₃ পানির সাথে বিক্রিয়া করে সালফিউরিক এসিডে পরিণত হয়। অপরদিকে গাঢ় HNO₃ বিজারিত হয়ে NO₂ গ্যাসে পরিণত হয়।



৪(২)। অনুরূপভাবে গাঢ় HNO₃ ফসফরাসকে জারিত করে অর্ধো ফসফরিক এসিডে এবং আয়োডিনকে জারিত করে আয়োডিক এসিডে পরিণত করে। প্রতি ক্ষেত্রে গাঢ় HNO₃ বিজারিত হয়ে NO₂ গ্যাস উৎপন্ন করে।



৫। হালকা সবুজ বর্ণের আয়রন (II) সালফেটকে মধ্যম গাঢ় নাইট্রিক এসিডসহ উত্তমত করলে হালকা বাদামি বর্ণের আয়রন (III) সালফেট, আয়রন (III) নাইট্রেট, পানি ও NO গ্যাস উৎপন্ন হয়। যেমন,



৬। ধাতুর নিষ্ক্রিয়তা (Passivity of metals) : আয়রন, স্ক্রোমিয়াম প্রভৃতি কয়েকটি ত্রিযোজী ধাতুর একটি বিশেষ ধর্ম হল এরা লঘু নাইট্রিক এসিডের সঙ্গে সহজেই বিক্রিয়া করে; কিন্তু অতি গাঢ় বা ধূমায়িত নাইট্রিক এসিডের সংস্পর্শে নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে অর্থাৎ বিক্রিয়া-ক্ষমতা হারিয়ে ফেলে। তখন ধাতুর এই অবস্থাকে নিষ্ক্রিয় অবস্থা এবং এই ধর্মকে ধাতুর নিষ্ক্রিয়তা বলা হয়।

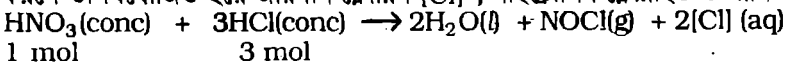
নিষ্ক্রিয়তার কারণ : অতি গাঢ় HNO₃ ধাতুর ওপর বিক্রিয়ারোধী ট্রাই আয়রন টেট্রাঅক্সাইড (Fe₃O₄) এর একটি পাতলা প্রলেপ সৃষ্টি করে। ফলে এই অক্সাইড প্রলেপের জন্য ধাতু ঐ এসিডের সংস্পর্শ না পেয়ে নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে। তখন নিষ্ক্রিয়তা প্রাপ্ত ঐ ধাতু লঘু HNO₃; লঘু H₂SO₄ বা HCl-এর সঙ্গে কোন বিক্রিয়া করে না।

নিষ্ক্রিয়তা দূরীকরণ : নিষ্ক্রিয় ধাতু হতে অক্সাইড আবরণকে ঘষে ফেলে বা বিজারকের সঙ্গে বিক্রিয়ার পর এর বিক্রিয়া শক্তি ফিরে পায়; এরূপে আয়রন ধাতুর নিষ্ক্রিয়তা দূর করা যায়।

*৭। রাজ-অম্ল বা অম্লরাজ বা অ্যাকোয়া রেজিয়া (Aqua Regia)

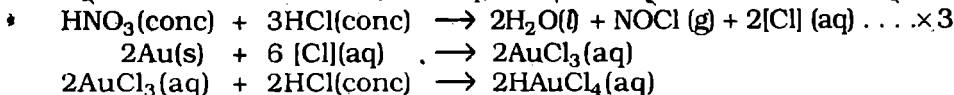
পরিচিতি : এক মোল (mole) গাঢ় নাইট্রিক এসিড ও তিন মোল (mole) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডের আনুপাতিক মিশ্রণকে অম্লরাজ বা অ্যাকোয়া রেজিয়া বলে। গোল্ড, প্রাটিনাম, ইরিডিয়াম প্রভৃতি অভিজাত ধাতু যে কোন গাঢ়তার নাইট্রিক এসিড ও হাইড্রোক্লোরিক এসিডে দ্রবীভূত হয় না। কিন্তু ঐ অনুপাতের উক্ত এসিড মিশ্রণ ঐ অভিজাত ধাতুকে দ্রবীভূত করতে পারে। এ কারণে ঐ এসিড মিশ্রণকে অ্যাকোয়া রেজিয়া বা রাজঅম্ল বলা হয়।

রাজ-অম্লকে উত্তপ্ত করলে তা বিয়োজিত হয়ে জায়মান ক্লোরিন [Cl] ; নাইটোসিল ক্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন হয়।



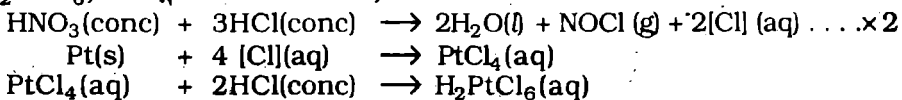
উৎপন্ন জায়মান ক্লোরিন গোল্ড, প্রাটিনাম প্রভৃতি অভিজাত ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া করে এদের দ্রবণীয় ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

(১) রাজঅম্ল গোল্ডকে কীভাবে দ্রবীভূত করে তার ব্যাখ্যা : রাজঅম্লকে উত্তপ্ত করলে এর মধ্যস্থ গাঢ় HNO₃ দ্বারা গাঢ় HCl জারিত হয়ে পানি, নাইটোসিল ক্লোরাইড (NOCl) ও জায়মান ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। পরে জায়মান ক্লোরিন গোল্ডের সঙ্গে যুক্ত হয়ে দ্রবণীয় অরিক ক্লোরাইড (AuCl₃) উৎপন্ন করে এবং শেষে অধিক পরিমাণ গাঢ় HCl-এর সঙ্গে যুক্ত হয়ে ক্লোরো অরিক এসিড (HAuCl₄) উৎপন্ন হয়। এরূপে রাজঅম্লে গোল্ড দ্রবীভূত হয়।



যোগ করে, $3\text{HNO}_3(\text{conc}) + 11\text{HCl}(\text{conc}) + 2\text{Au}(s) \longrightarrow 2\text{HAuCl}_4(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(l) + 3\text{NOCl}(g)$

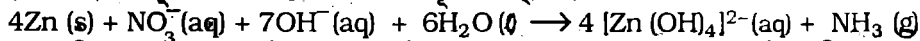
(২) অনুপূর্ণভাবে রাজঅম্ল প্রাটিনাম ধাতুকে দ্রবণীয় প্রাটিনিক ক্লোরাইড (PtCl₄)-এ পরিণত করে এবং ক্লোরো প্রাটিনিক এসিড (H₂PtCl₆) উৎপন্ন করে থাকে। যেমন,



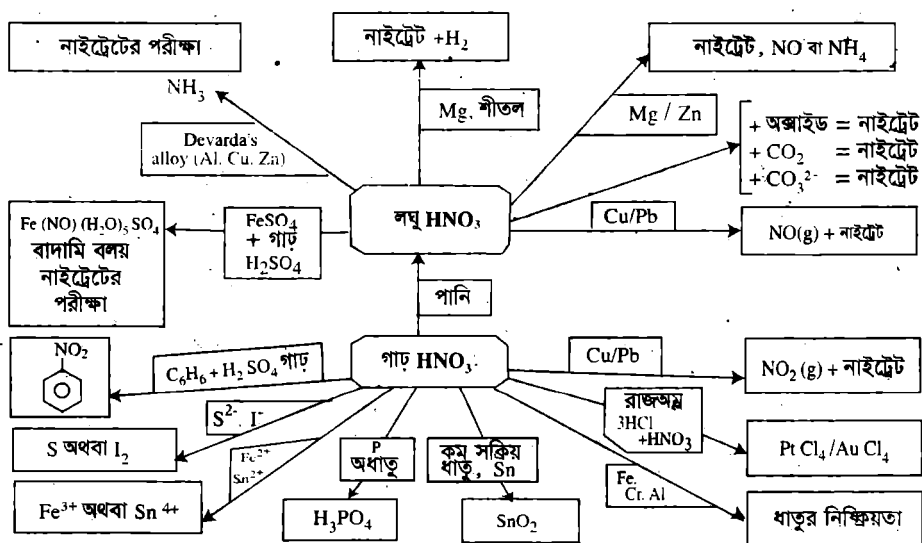
যোগ করে, $2\text{HNO}_3(\text{conc}) + 8\text{HCl}(\text{conc}) + \text{Pt}(s) \longrightarrow \text{H}_2\text{PtCl}_6(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{NOCl}(g)$

৭। ডেভারডাস সংকর ধাতু দ্বারা নাইটেট ও নাইটাইট আয়নের শনাক্তকরণ :

ডেভারডাস সংকর ধাতু (45%Al, 50%Cu, 5%Zn) অথবা, শুধু জিংক ধাতুর চূর্ণ ও NaOH দ্রবণের ক্ষারীয় মাধ্যমে নাইটিক এসিড, নাইটেট ও নাইটাইটকে বিজারিত করে অ্যামোনিয়া গ্যাসে পরিণত করা হয়। এই বিক্রিয়াটি নাইটেট মূলকের শনাক্তকরণ পরীক্ষারূপে ব্যবহৃত হয়।



অ্যামোনিয়াম লবণের অনুপস্থিতিতে এই বিক্রিয়া নাইটেট আয়নের জন্য সুনির্দিষ্ট পরীক্ষা হয়। তাই ঐ সংকর ধাতু যোগ করার পূর্বে নাইটেট দ্রবণে ক্ষার দ্রবণ যোগ করে সমস্ত অ্যামোনিয়া (যদি থাকে) দূর করতে হয়। পরে নাইটেট ও নাইটাইটের মধ্যে পার্থক্যসূচক ভিন্ন পরীক্ষা করা হয়।



চিত্র ১.১৩ : নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়াসমূহের চিত্ররূপ

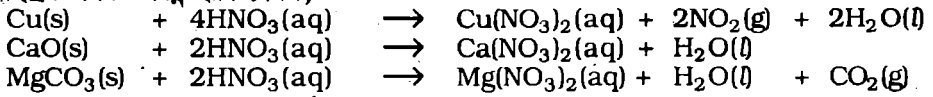
১.২৬ নাইট্রিক এসিডের ব্যবহার (Uses of nitric acid)

- ১। নাইট্রিক এসিড বেশি ব্যবহৃত হয় অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট সার উৎপাদনে।
- ২। বিভিন্ন বিস্ফোরক দ্রব্য যেমন, টি. এন. টি. (T.N.T) নাইট্রোগ্লিসারিন ছাড়াও পটাসিয়াম নাইট্রেট, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট প্রভৃতি বিস্ফোরক তৈরির কাজে HNO₃ ব্যবহৃত হয়। এছাড়া টি. এন. বি. (T.N.B) গানকটন প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য বিস্ফোরক নাইট্রিক এসিড দ্বারা প্রস্তুত করা হয়।
- ৩। কৃত্রিম রং, সেলুলয়েড প্রভৃতি উৎপাদনে HNO₃ ব্যবহৃত হয়।
- ৪। সাইক্লোহেক্সানল তৈরিতে প্রায় 5% HNO₃ ব্যবহৃত হয়। এটা হতে নাইলন-6, নাইলন-6 : 6 তৈরি করা হয়।
- ৫। স্বর্ণকারের দোকানে স্বর্ণ থেকে খাদ দূর করতে HNO₃ ব্যবহৃত হয়।
- ৬। কপার, ব্রাস, ব্রোঞ্জ প্রভৃতি ধাতুর ওপর বিভিন্ন নকশার কাজ করতে নাইট্রিক এসিড ব্যবহৃত হয়।
- ৭। পরীক্ষাগারে বিকারকরূপে প্রচুর নাইট্রিক এসিড ব্যবহৃত হয়।

১.২৭ নাইট্রেট লবণ (Nitrate salts)

নাইট্রেট লবণ : নাইট্রিক এসিড (HNO₃) এর লবণকে নাইট্রেট লবণ বলা হয়। যেমন, সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO₃), অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (NH₄NO₃) ইত্যাদি।

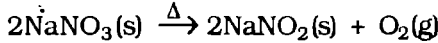
নাইট্রেট লবণ প্রস্তুতি : ধাতু, ধাতুর অক্সাইড, ধাতুর হাইড্রক্সাইড বা কার্বনেট এর সাথে নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়াম নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন হয়। যেমন,



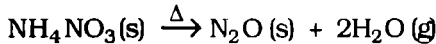
(ক) নাইট্রেট আয়নযুক্ত লবণের ধর্ম :

নাইট্রেট লবণগুলো কেলাসাকার। সকল নাইট্রেট লবণ পানিতে দ্রবণীয়। একমাত্র ব্যতিক্রম হল বিসমাথ অক্সি নাইট্রেট (BiONO₃)। বিভিন্ন নাইট্রেট লবণের ওপর তাপের প্রভাবে বিভিন্ন উৎপাদ পাওয়া যায়। যেমন,

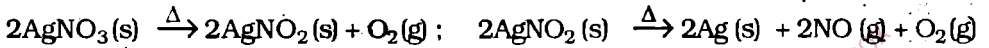
(১) অত্যন্ত ক্রিয়াশীল ক্ষার ধাতু যেমন, সোডিয়াম বা পটাসিয়াম প্রভৃতির নাইট্রেট লবণকে উত্তপ্ত করলে তা বিয়োজিত হয়ে নাইটাইট লবণ ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



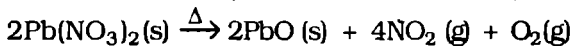
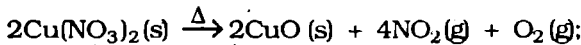
(২) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে নাইট্রস-অক্সাইড (N₂O) ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়।



(৩) সিলভার নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে 450° C তাপমাত্রায় সিলভার নাইটাইট ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। অধিক উত্তপ্ত করলে সিলভার নাইটাইট বিয়োজিত হয়ে ধাতব সিলভার, নাইট্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

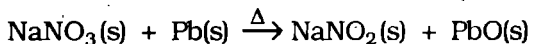


(৪) অন্যান্য ভারী ধাতু যেমন, Al, Zn, Pb, Cu, Hg প্রভৃতির নাইট্রেট লবণকে উত্তপ্ত করলে ঐ লবণ বিয়োজিত হয়ে ধাতুর অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



(৫) সব নাইট্রেট লবণ বলয় পরীক্ষা দেয়। নাইট্রেট আয়নের শনাক্তকরণের সিন্ত পরীক্ষা ১.২৮নং অনুচ্ছেদে দেয়া আছে।

(৬) সোডিয়াম নাইট্রেটকে লেড ধাতুর গুঁড়াসহ উত্তপ্ত করলে সোডিয়াম নাইটাইট (NaNO₂) ও লেড অক্সাইড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন NaNO₂ লবণকে রঞ্জক শিল্পে ডায়াজো লবণ প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়।

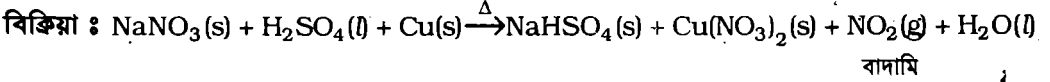


১.২৮ নাইট্রেট মূলকের পরীক্ষা (Test for nitrate)

নাইট্রেট মূলক শনাক্তকরণের শূষ্ক পরীক্ষা ও সিক্ত পরীক্ষা নিম্নরূপ :

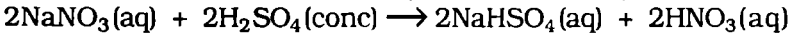
১। শূষ্ক পরীক্ষা : একটি টেস্টটিউবে পরীক্ষণীয় লবণ (যেমন, NaNO_3), কপার কুচি ও গাঢ় H_2SO_4 এসিড নিয়ে উত্তপ্ত করা হয়।

পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : বাদামি বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই অক্সাইড (NO_2) গ্যাস নির্গত হয়। এতে সিদ্ধান্ত করা যায়, লবণটিতে নাইট্রেট মূলক উপস্থিত।

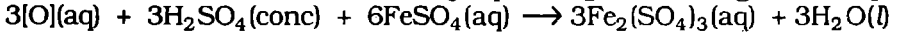
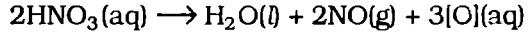


২। সিক্ত পরীক্ষা : বলয় পরীক্ষা : একটি টেস্টটিউবে পদস্ত নাইট্রেট যৌগ যেমন, সোডিয়াম নাইট্রেট (অথবা নাইট্রিক এসিড) এর 2-3 mL দ্রবণ নিয়ে এতে সদ্য প্রস্তুত ফেরাস সালফেট (FeSO_4) দ্রবণ প্রায় দ্বিগুণ পরিমাণে যোগ করা হয়। অতঃপর ঐ মিশ্রণের মধ্যে সতর্কতার সাথে 2-3 mL গাঢ় H_2SO_4 ঐ টেস্টটিউবের গা বেয়ে যোগ করা হয়। তখন গাঢ় এসিড ও দ্রবণের সংযোগস্থলে অস্থায়ী পেঁটা অ্যাকুয়া নাইট্রোসো-আয়রন (II) সালফেটের বাদামি বর্ণের বলয় সৃষ্টি হয়। এটা নাইট্রেট মূলকের নিশ্চিত পরীক্ষা।

বিক্রিয়া : প্রথমে নাইট্রেট লবণ, যেমন, সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO_3)-এর সঙ্গে গাঢ় সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট (NaHSO_4) ও লঘু নাইট্রিক এসিড উৎপন্ন হয়।

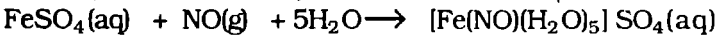


গাঢ় সালফিউরিক এসিডের সহযোগে জারণধর্মী লঘু HNO_3 কিছু ফেরাস সালফেট (FeSO_4) কে জারিত করে ফেরিক সালফেটে পরিণত করে। লঘু HNO_3 বিজারিত হয়ে নাইট্রিক অক্সাইড (NO) গ্যাস ও পানি উৎপন্ন করে।



যোগ করে, $2\text{HNO}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{conc}) + 6\text{FeSO}_4(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g})$

অতঃপর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন NO গ্যাস ওপরের দ্রবণের অবশিষ্ট ফেরাস সালফেটের সঙ্গে বিক্রিয়া করে পেঁটা অ্যাকুয়া নাইট্রোসো আয়রন (II) সালফেট এর গাঢ় বাদামি বর্ণের বলয় উৎপন্ন করে।



পেঁটা অ্যাকুয়া নাইট্রোসো আয়রন (II) সালফেট

দ্রষ্টব্য : (১) ফেরাস সালফেট দ্রবণ প্রস্তুত করে কিছু সময় রেখে দিলে তা বায়ুর অক্সিজেন ও পানির সঙ্গে বিক্রিয়া করে ফেরিক সালফেটে পরিণত হয়। তাই বলয় পরীক্ষায় সদ্য প্রস্তুত FeSO_4 দ্রবণ ব্যবহৃত হয়।

১.২৯ সার হিসেবে নাইট্রেট লবণের গুরুত্ব

(Importance of nitrates as fertilizers)

নাইট্রেট সারসমূহ ও তাদের বৈশিষ্ট্য : নাইট্রেট লবণসমূহ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে মাটিতে সহজে মিশে থাকে এবং উদ্ভিদ মূল দ্বারা এসব নাইট্রেট লবণ শোষণ করে থাকে। সাররূপে নিম্নোক্ত নাইট্রেট লবণ ব্যবহৃত হয়। যেমন, (১) ক্যালসিয়াম নাইট্রেট, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (২) বেসিক ক্যালসিয়াম নাইট্রেট, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{CaO}$ (৩) ক্যালসিয়াম অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (CAN), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$ (৪) সোডিয়াম নাইট্রেট বা চিলি সল্ট পিটার, NaNO_3 প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য নাইট্রেট সার। এসব নাইট্রেট সারের মধ্যে ক্যালসিয়াম অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (CAN)-সর্বোত্তম সার; এতে 20% নাইট্রোজেন থাকে। এটা সহজেই মাটিতে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে এবং উদ্ভিদ দ্বারা সরাসরি শোষিত হয়।

নাইট্রেট সারের গুরুত্ব : উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য নাইট্রোজেন গঠিত সার খুবই অপরিহার্য। ধান জাতীয় শস্যের উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য নাইট্রোজেন সার অন্যান্য সারের তুলনায় বেশি প্রয়োজন।

ফসফরাস (Phosphorus)

১.৩০ ফসফরাসের অক্সাইড (Oxides of phosphorus)

ফসফরাসের চারটি সুস্থিত অক্সাইডে ফসফরাসের জারণ সংখ্যা + 3, + 4, + 5, + 6 হয়ে থাকে। যেমন, সারণি ১.৪ : ফসফরাসের চারটি অক্সাইডের নাম ও সংকেত

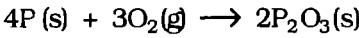
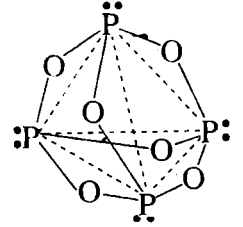
অক্সাইডের বর্তমান নাম	সাধারণ নাম	আণবিক সংকেত
১। ফসফরাস (III) অক্সাইড	ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড	P_2O_3 বা, $P_4O_6(s)$
২। ফসফরাস (IV) অক্সাইড	ফসফরাস টেট্রঅক্সাইড	P_2O_4 বা, $P_8O_{16}(s)$
৩। ফসফরাস (V) অক্সাইড	ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড	P_2O_5 বা, $P_4O_{10}(s)$
৪। ফসফরাস (VI) অক্সাইড	ফসফরাস হেক্সঅক্সাইড	P_2O_6 বা, $PO_3(s)$

বায়ুর ঘনত্ব অনুসারে এদের সংকেত যথাক্রমে P_4O_6 , P_8O_{16} , P_4O_{10} , P_2O_5 হয়ে থাকে। P_2O_3 কে ফসফরাস অ্যানহাইড্রাইড ও P_2O_5 কে ফসফরিক অ্যানহাইড্রাইড বলা হয়। এখানে ফসফরাসের এ দুই প্রধান অক্সাইডের আলোচনা করা হল।

P_4O_6 ও P_4O_{10} এর গঠন : P_4O_6 অণুর মধ্যে ৪টি P পরমাণু একটি চতুস্তলকের ৪টি শীর্ষে অবস্থান করে। ৬টি O পরমাণুর প্রতিটি দুটি P পরমাণুর সাথে একক সমযোজী বন্ধনে যুক্ত থাকে। ফলে ৬টি P-O-P বন্ধন সৃষ্টি হয় যারা সরলরেখিক নয়। এ গঠনে সরাসরি P-P বন্ধন থাকে না। প্রতিটি P পরমাণুর সাথে একটি করে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকে। P_4O_{10} অণুর বেলায় ঐ নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা ৪টি O পরমাণুর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে। চিত্র ১.১৪ ও চিত্র ১.১৫ দ্রষ্টব্য।

১.৩১ ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড, P_2O_3 বা, P_4O_6 (Phosphorus trioxide)

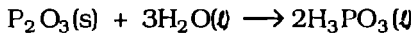
(ক) পরীক্ষাগারে P_2O_3 প্রস্তুতি : শ্বেত ফসফরাসকে ধীরে ধীরে সীমিত বায়ুর প্রবাহে উত্তপ্ত করলে শ্বেত ফসফরাস জারিত হয়ে ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়। [সামান্য পরিমাণে P_2O_5 উৎপন্ন হয়ে থাকে।]



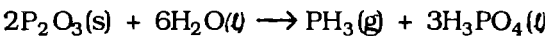
চিত্র ১.১৪ : P_4O_6 এর গাঠনিক সংকেত

(খ) P_2O_3 এর ধর্ম : ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড বরফের মত সাদা দানাদার পদার্থ। এর রসূনের মত গন্ধ আছে এবং বিষাক্ত। ভেজাল অবস্থায় একে মোমের মত দেখায়। এর গলনাঙ্ক $20.8^\circ C$ এবং স্ফুটনাঙ্ক $170^\circ C$ । এর বাষ্প ঘনত্ব 110। অতএব এর সঠিক আণবিক সংকেত P_4O_6 ।

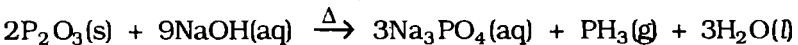
১। শীতল পানির সাথে বিক্রিয়া : ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড একটি অল্পধর্মী অক্সাইড। একে ফসফরাস এসিডের অ্যানহাইড্রাইড বলে। এটা শীতল পানিতে দ্রবীভূত হয়ে ফসফরাস এসিড (H_3PO_3) উৎপন্ন করে।



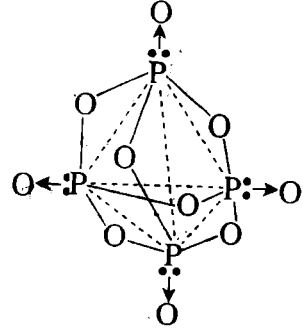
২। উত্তপ্ত পানির সাথে বিক্রিয়া : উত্তপ্ত পানির সাথে ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড (P_2O_3) বিক্রিয়া করে ফসফিন গ্যাস ও অর্থো ফসফরিক এসিড (H_3PO_4) উৎপন্ন করে।



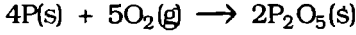
৩। NaOH দ্রবণসহ বিক্রিয়া : ফসফরাস ট্রাইঅক্সাইড উত্তপ্ত স্কারের সাথে যেমন, NaOH দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ফসফেট, ফসফিন ও পানি উৎপন্ন করে।



১.৩২ ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড P_2O_5 বা, P_4O_{10} (Phosphorus pentoxide)



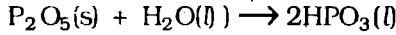
(ক) P_2O_5 এর শিল্পোৎপাদন : মূলনীতি : শ্বেত বা লোহিত ফসফরাসকে অতিরিক্ত বায়ু বা অক্সিজেন প্রবাহে জারিত করে ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড (P_2O_5) প্রস্তুত করা হয়।



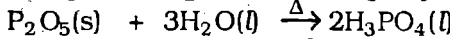
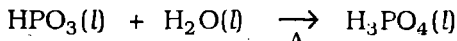
(খ) P_2O_5 এর ধর্ম : (১) ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড (P_2O_5) বিশুদ্ধ অবস্থায় গন্ধহীন পাউডার সদৃশ একটি কঠিন পদার্থ। কিন্তু সামান্য P_2O_3 মিশ্রিত P_2O_5 এর রসুনের গন্ধ থাকে। (২) P_2O_5 একটি তীব্র পানিগ্রাহী পদার্থ। (৩) ফসফরাস পেন্টঅক্সাইডকে $250^\circ C$ তাপমাত্রার উর্ধ্বে উত্তপ্ত করলে তা উর্ধ্বপাতিত হয়ে যায়।

চিত্র ১.১৫ : P_4O_{10} এর গাঠনিক সংকেত

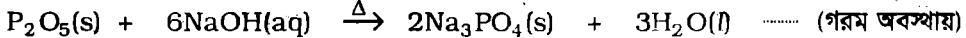
P_2O_5 এর অল্পধর্ম : ১। পানির সাথে বিক্রিয়া : ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড শীতল পানির সাথে বিক্রিয়া করে মেটা ফসফরিক এসিড (HPO_3) উৎপন্ন করে। বিক্রিয়া কালে হিস্ হিস্ শব্দ শোনা যায়।



উৎপন্ন মেটা ফসফরিক এসিডকে পানিতে ফুটালে বা উত্তপ্ত পানিতে P_2O_5 যোগ করলে অর্ধো ফসফরিক এসিড (H_3PO_4) উৎপন্ন হয়। তাই P_2O_5 কে ফসফরিক অ্যানহাইড্রাইড বলে।

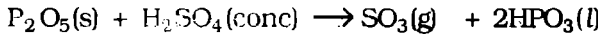
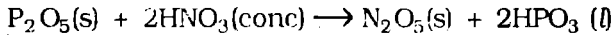


২। ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া : ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড শীতল ক্ষারের দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব মেটা ফসফেট এবং উত্তপ্ত ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ফসফেট ও পানি উৎপন্ন করে।



নিরুদক ধর্ম : ১। ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড একটি শক্তিশালী নিরুদক। তাই P_2O_5 অজৈব ও জৈব পদার্থের অণু হতে পানির 'উপাদান মৌল'কে পানিরূপে আকর্ষণ করে ঐ বৌগকে নিরুদিত করে। যেমন,

(১) ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড গাঢ় HNO_3 এসিড, গাঢ় H_2SO_4 এসিড প্রভৃতি অজৈব এসিড হতে পানি শোষণ করে এদের অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে এবং P_2O_5 নিজে মেটা ফসফরিক এসিড (HPO_3) এ পরিণত হয়।



(গ) ব্যবহার : ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড উত্তম নিরুদকরূপে ও ফসফরিক এসিড প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

১.৩৩ ফসফরাসের অক্সো এসিডসমূহ (Oxo acids of phosphorus)

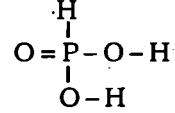
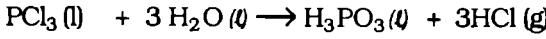
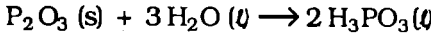
ফসফরাসের নিম্নোক্ত অক্সো এসিড আছে :

সারণি ১.৫ : ফসফরাসের অক্সো এসিডসমূহে P এর জারণ সংখ্যা

এসিডের সংকেত	এসিডের নাম	এসিডে P-এর জারণ সংখ্যা
১। H_3PO_2	ফসফিনিক এসিড (Phosphinic acid) বা হাইপো ফসফরাস এসিড	+1
২। H_3PO_3	ফসফোনিক এসিড (Phosphonic acid) বা অর্ধো ফসফরাস এসিড	+3
৩। H_3PO_4	অর্ধোফসফরিক এসিড (Ortho phosphoric acid) বা, ফসফরিক (V) এসিড	+5
৪। $H_4P_2O_7$	পাইরো ফসফরিক (V) এসিড (Pyro phosphoric (V) Acid) বা Heptaoxo diphosphoric acid	+5
৫। HPO_3	মেটা ফসফরিক (V) এসিড (Meta phosphoric (V) acid) বা Trioxo phosphoric (V) acid	+5

১.৩৪ ফসফোনিক এসিড বা অর্থো ফসফরাস এসিড, H_3PO_3 (Phosphonic acid or ortho phosphorus acid)

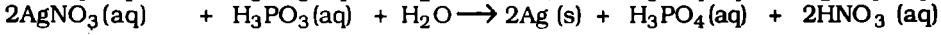
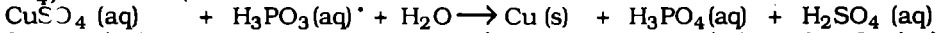
(ক) প্রস্তুতি : ফসফরাস (III) অক্সাইড (P_2O_3) এর মধ্যে পানি যোগ করলে; অথবা ফসফরাস ট্রাই ক্লোরাইডকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে ফসফোনিক এসিড বা অর্থো ফসফরাস এসিড উৎপন্ন হয়।



চিত্র ১.১৬ : H_3PO_3 এর গাঠনিক সকেত

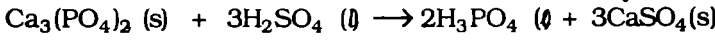
(খ) ধর্ম : ফসফোনিক এসিড (H_3PO_3) হল মধ্যম শক্তির এবং ডাইপ্রোটিক (diprotic) বা দ্বিকারকীয় এসিড। H_3PO_3 এবং এর লবণগুলো বিজারকরূপে ক্রিয়া করে। যেমন,

(১) কপার, সিলভার প্রভৃতি ভারী ধাতুর লবণ যেমন, $CuSO_4$ ও $AgNO_3$ দ্রবণকে ফসফোনিক এসিড বিজারিত করে যথাক্রমে Cu ধাতু ও Ag ধাতুতে পরিণত করে এবং নিজে জারিত হয়ে ফসফরিক (V) এসিড (H_3PO_4) এ পরিণত হয়।

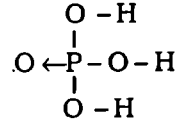
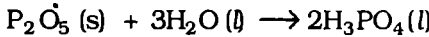


১.৩৫ ফসফরিক (V) এসিড বা অর্থো ফসফরিক এসিড; H_3PO_4 (Phosphoric (v) acid or ortho phosphoric acid)

(ক) ১। অর্থো ফসফরিক এসিডের শিল্পোৎপাদন : অস্থিভস্মে প্রায় ৪০% ক্যালসিয়াম ফসফেট থাকে। এ অস্থিভস্ম অথবা রক্ত ফসফেট ও অর্ধ গাঢ় H_2SO_4 এসিডের মিশ্রণকে ফুটানোর পর উৎপন্ন অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম সালফেটকে পরিস্রাবণে পৃথক করা হয়। অতঃপর পরিস্রুতকে ঘনীভূত করে গাঢ় সিরাপী অর্থো ফসফরিক এসিড অর্থাৎ ৪৫% অর্থো-ফসফরিক এসিডের জলীয় দ্রবণ পাওয়া যায়।



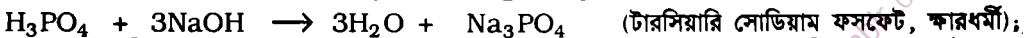
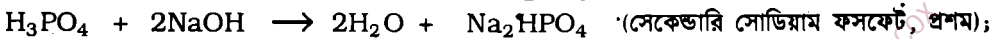
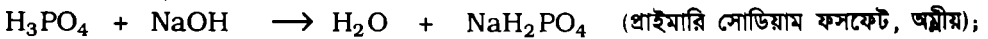
২। P_2O_5 হতে অর্থো ফসফরিক এসিড : ফুটন্ত পানিতে ফসফরাস পেন্টাঅক্সাইড (P_2O_5) ধীরে ধীরে যোগ করলে তা পানির সাথে যুক্ত হয়ে অর্থো ফসফরিক এসিড (H_3PO_4) উৎপন্ন করে।



চিত্র ১.১৭ : H_3PO_4 এর গাঠনিক সকেত

(খ) H_3PO_4 এর ধর্ম : (i) বিশুদ্ধ অর্থো ফসফরিক এসিড একটি বর্ণহীন, পানিগ্রাহী কেলাসাকার পদার্থ। (ii) পানিতে H_3PO_4 অত্যন্ত দ্রবণীয়। হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে H_3PO_4 আঠালো প্রকৃতির হয়।

১। অল্পধর্ম : অর্থো ফসফরিক এসিড (H_3PO_4) হল দুর্বল টাইপ্রোটিক বা ত্রিকারকীয় এসিড। কারণ এর অণুতে তিনটি $-OH$ মূলক আছে। এটা ক্ষারকের সাথে বিক্রিয়ায় নিম্নোক্ত তিন শ্রেণীর লবণ উৎপন্ন করে। যেমন,



সাধারণত 'সোডিয়াম ফসফেট' বলতে সেকেন্ডারি সোডিয়াম ফসফেট বা ডাই সোডিয়াম মনোহাইড্রোজেন ফসফেটকে বোঝায়। কেলাসরূপে সোডিয়াম ফসফেটের সংকেত হল, $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ।

বাণিজ্যিকভাবে, 'পটাসিয়াম ফসফেট' বলতে 'প্রাইমারি পটাসিয়াম' বা মনোপটাসিয়াম ডাইহাইড্রোজেন ফসফেটকে বোঝায়। কেলাসরূপে 'পটাসিয়াম ফসফেট' এর সংকেত হল KH_2PO_4 ।

(গ) অর্থো ফসফরিক এসিডের ব্যবহার : (১) উৎপাদিত ফসফরিক (V) এসিডের প্রায় ৯০% পরিমাণ ব্যবহৃত হয় ডাইঅ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (V) নামক সার প্রস্তুতিতে। (২) ফসফরিক (V) এসিড ইস্পাতে মরিচা রোধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। যদি মরিচা সৃষ্টির কারণে Fe^{3+} আয়ন উৎপন্ন হয়, তবে সে আয়রন (III) আয়ন H_3PO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় আয়রন (III) ফসফেট (V) গঠন করে; যা ইস্পাতকে মরিচারোধী করে থাকে। (৩) স্নায়বিক দুর্বলতায় ব্যবহৃত ওষুধে অর্থো ফসফরিক এসিডের ব্যবহার আছে।

(ঘ) ফসফেট লবণের ব্যবহার : (১) খনিজরূপে প্রাপ্ত রক্ ফসফেট লবণ থেকে ফসফেট সার প্রস্তুত করা হয়। বিভিন্ন ফসফেট বিভিন্ন নামে ব্যবহৃত হয়। এদের মধ্যে সুপার ফসফেট অব লাইম $[Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4]$, ট্রিপল সুপার ফসফেট $[Ca(H_2PO_4)_2]$, ক্যালসিয়াম সুপার ফসফেট বা নাইট্রো ফসফেট বিশেষ উল্লেখযোগ্য। (২) খর পানি মৃদুকরণে ব্যবহৃত ক্যালগন হল একটি পলিমারিক সোডিয়াম ফসফেট। (৩) টুথপেস্ট ক্যালসিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট এপ্রাসিড বা ঘষড়ানো বস্তুরূপে এবং গ্লোরাইডের উৎসরূপে সোডিয়াম মনোফ্লোরোফসফেট ব্যবহৃত হয়।

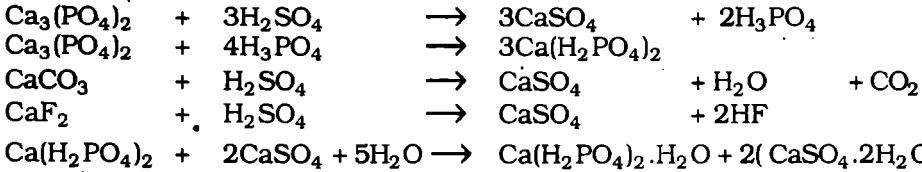
১.৩৬ সার হিসেবে ফসফরাস যৌগ

(Phosphorus compounds as fertilizers)

সার হিসেবে দ্রবণীয় ফসফেট লবণ, বিশেষত প্রাইমারি ক্যালসিয়াম ফসফেট লবণের সাথে ক্যালসিয়াম সালফেট, ক্যালসিয়াম সিলিকেট অথবা ক্যালসিয়াম নাইট্রেট প্রভৃতির মিশ্র লবণরূপে ব্যবহৃত হয়। নিম্নোক্ত বাণিজ্যিক নামে ফসফেট সার পাওয়া যায়।

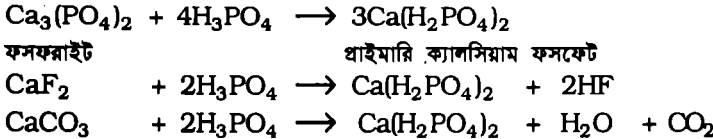
১। ক্যালসিয়াম সুপার ফসফেট : এটা হল মনোক্যালসিয়াম ফসফেট মনোহাইড্রেট $[Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O]$ ও জিপসাম $2(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$ এর একটি মিশ্রণ।

প্রস্তুতি : খনিজ ফসফেট বা ফসফরাইট খনিজ অথবা অস্থিত্বস্মের সাথে 70% H_2SO_4 মিশ্রিত করে মনোক্যালসিয়াম ফসফেট, $Ca(H_2PO_4)_2$ ও $CaSO_4$ প্রস্তুত করা হয়। খনিজ ফসফেটের মধ্যে ভেজালরূপে ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইড থাকে। এরা গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে, তাই $CaSO_4$, CO_2 গ্যাস ও হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড (HF) গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন কঠিন পদার্থে জিপসাম, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ মিশ্রিত থাকে; তাই উৎপন্ন পদার্থ জমাট বেঁধে শক্ত হয়।



উৎপন্ন মিশ্র কঠিন পদার্থকে গুঁড়া করে সার হিসেবে বাজারজাত করা হয়। কখনও এর সাথে নাইট্রোজেন ও পটাশ সার পরিমাণ মত মিশ্রিত করে 'NPK ফার্টেলাইজার' নামক মিশ্র সার প্রস্তুত করা হয়। এ সারের মধ্যে 16 - 20 % P_2O_5 বর্তমান থাকে।

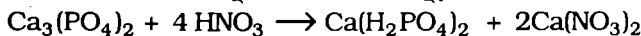
২। ট্রিপল সুপার ফসফেট [টি. এস. পি.] : টি. এস. পি. হল মনোক্যালসিয়াম ফসফেট $Ca(H_2PO_4)_2$ । রক্ ফসফেট বা ফসফরাইট খনিজ পদার্থের সাথে অর্ধো ফসফরিক এসিডের বিক্রিয়া দ্বারা ট্রিপল সুপার ফসফেট বা টি. এস. পি. প্রস্তুত করা হয়। ফসফরাইট খনিজে মূল উপাদান $Ca_3(PO_4)_2$ এর সাথে ভেজালরূপে থাকা CaF_2 ও $CaCO_3$ এ তিনটি ক্যালসিয়াম লবণ H_3PO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে তিন গুণ মনোক্যালসিয়াম ফসফেট বা প্রাইমারি ক্যালসিয়াম ফসফেটে পরিণত হয়।



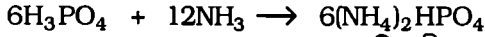
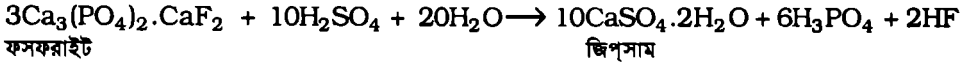
সাধারণ সুপার ফসফেটের তুলনায় এর মধ্যে তিনগুণ পরিমাণে মনোক্যালসিয়াম ফসফেট (P_2O_5 যৌগরূপে) থাকে; তাই একে ট্রিপল সুপার ফসফেট বলা হয়। এর আরও একটি সুবিধা হল এর মধ্যে অদ্রবণীয় জিপসাম থাকে না। তাই ট্রিপল সুপার ফসফেট মাটির কোন ক্ষতি করে না। এর মধ্যে প্রায় 42 - 46 % P_2O_5 বর্তমান থাকে।

৩। ফসফেটিক স্ল্যাগ : এটা হল টাইক্যালসিয়াম ফসফেট $Ca_3(PO_4)_2$ এবং ক্যালসিয়াম সিলিকেট $CaSiO_3$ এর মিশ্রণ। উভয় পদার্থ পানিতে অদ্রবণীয়। কিন্তু মাটিতে মিশ্রিত অবস্থায় তারা বিয়োজিত হয়ে অর্ধো ফসফরিক এসিডে পরিণত হয়ে থাকে। স্টিল বা ইস্পাতের শিল্পোৎপাদন হতে ধাতুমলরূপে ফসফেটিক স্ল্যাগ পাওয়া যায়। এর মধ্যে 14 - 22 % P_2O_5 থাকে। এছাড়া এর মধ্যে 40% চুন থাকে; যা মাটির অম্লত্বকে নিয়ন্ত্রিত করে থাকে।

৪। ক্যালসিয়াম সুপার ফসফেট নাইট্রেট : এটা হল ক্যালসিয়াম সুপার ফসফেট ও ক্যালসিয়াম নাইট্রেটের মিশ্রণ, $[Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(NO_3)_2]$ । ফসফরাইট খনিজ পদার্থ ও নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়ায় প্রাইমারি ক্যালসিয়াম ফসফেট ও ক্যালসিয়াম নাইট্রেটের মিশ্রণ প্রস্তুত করা হয়। পরে গুঁড়া করে বাজারজাত করা হয়।



৫। ডাইঅ্যামোনিয়াম ফসফেট (D.A.P) : প্রথমে ফসফরাইট খনিজ বা রক ফসফেটকে সালফিউরিক এসিডে মিশ্রিত করা হয়। ৪ ঘণ্টার মধ্যে দানাদার জিপসাম প্রস্তুত হয়; তখন ফিল্টার করে প্রাপ্ত অর্ধো-ফসফরিক এসিডকে গাঢ় করা হয়। এ অর্ধো-ফসফরিক এসিডকে অ্যামোনিয়ার সাথে বিক্রিয়া ঘটিয়ে ডাইঅ্যামোনিয়াম ফসফেট প্রস্তুত করা হয়।



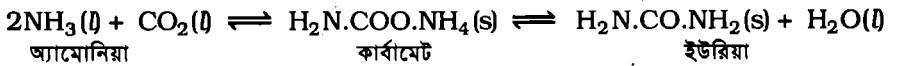
এ সারে 20 — 30% P থাকে ও 16 — 18% N থাকে। এটি অম্লীয়, ক্ষারীয় ও প্রশম মাটিতে সমানভাবে কার্যকরী হয়।

১.৩৭ কৃষি বিজ্ঞানে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস যৌগের গুরুত্ব (Importance of compounds of N and P in agriculture)

সার হিসেবে N ও P যৌগের গুরুত্ব : কৃষি বিজ্ঞানে নাইট্রোজেনের ও ফসফরাসের এসব যৌগের গুরুত্ব অপরিসীম। উল্লেখ্য, নাইট্রোজেন সার উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অপরিহার্য, ফসফরাস সার ফসলের মূল বৃদ্ধির জন্য এবং পটাশ সার (যেমন, KCl) উদ্ভিদের ফুল ফল ধারণে বিশেষ ভূমিকা রাখে।

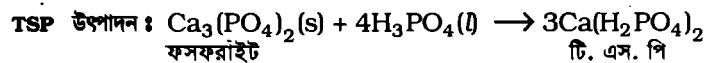
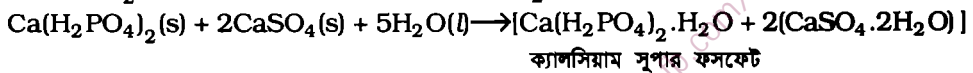
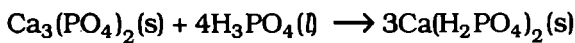
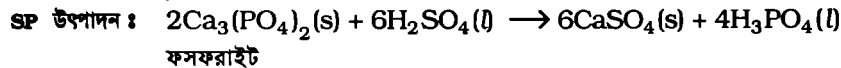
'রাসায়নিক সার : কৃষিক্ষেত্রে ফলন বৃদ্ধির জন্য উন্নত মানের বীজ ও মাটির উর্বরতা প্রধান শর্ত। দীর্ঘদিন কৃষি জমি ব্যবহারের ফলে জমিতে উদ্ভিদের প্রয়োজনীয় উপাদান নাইট্রোজেন, ফসফরাস ও পটাসিয়াম প্রভৃতি মৌলের অভাব ঘটে। এসব মৌলের অভাব পূরণের জন্য যে সব রাসায়নিক পদার্থ জমিতে মিশ্রিত করা হয়, এদেরকে রাসায়নিক সার বলা হয়। রাসায়নিক সারের মধ্যে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস যৌগের গুরুত্ব অপরিসীম। নিম্নলিখিত নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের যৌগসমূহ সার হিসেবে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেনের যৌগসমূহ : নাইট্রোজেনের যৌগসমূহের মধ্যে ইউরিয়া সার উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য সর্বোত্তম। এর অভাবে উদ্ভিদের বৃদ্ধি হ্রাস পায়। ইউরিয়া সার তরল অ্যামোনিয়া ও তরলীভূত কার্বন ডাইঅক্সাইড হতে প্রায় 170° - 200° C তাপমাত্রায় ও 100 — 300 atm চাপে প্রস্তুত করা হয়। উভয়ের বিক্রিয়ায় প্রথমে অ্যামোনিয়াম কার্বামেট ও পরে এক অণু পানি বিমুক্ত হয়ে ইউরিয়া উৎপন্ন হয়।



ইউরিয়া সারের পর সার হিসেবে ক্যালসিয়াম নাইট্রেট ও সোডিয়াম নাইট্রেট লবণ বিশেষ গুরুত্ব লাভ করে। যেমন, (১) ক্যালসিয়াম নাইট্রেট $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; (২) বেসিক ক্যালসিয়াম নাইট্রেট $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{CaO}$; (৩) ক্যালসিয়াম অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (CAN), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$; (৪) সোডিয়াম নাইট্রেট বা চিলি সল্টপিটার, NaNO_3 প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য নাইট্রেট সার।

ফসফরাসের যৌগসমূহ : ফসফরাসের যৌগসমূহের মধ্যে ক্যালসিয়াম সুপার ফসফেট (SP), ট্রিপল সুপার ফসফেট (TSP) বিশেষভাবে ব্যবহৃত ফসফরাস সার। 'ফসফরাইট' নামক খনিজ ফসফেট থেকে 70% H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় সুপার ফসফেট (SP) এবং 'ফসফরাইটের সাথে অর্ধো ফসফরিক এসিডের বিক্রিয়ায় TSP উৎপাদন করা হয়। যেমন,



সুপার ফসফেটে 20% P_2O_5 থাকে এবং টি. এস. পি. তে প্রায় 46% P_2O_5 থাকে। তাই কৃষিতে উৎপাদন বৃদ্ধির জন্য বর্তমানে টি. এস. পি. সারের ব্যবহার বেশি হয়।

আমাদের দেশে চট্টগ্রামের পতেঙ্গায় ট্রিপল সুপার ফসফেট কারখানা ও চট্টগ্রামের কর্ণফুলী নদীর দক্ষিণ পাড়ে এদেশের সর্ববৃহৎ ইউরিয়া সার কারখানা প্রতিষ্ঠিত আছে। এছাড়া ফেঞ্চুগঞ্জ একটি ইউরিয়া সার কারখানা আছে।

১.৩৮ গ্রুপ-VIA মৌল : অক্সিজেন ও সালফার (Group-VIA Elements : Oxygen and Sulphur)

গ্রুপ-VIA এর মৌলসমূহ : পর্যায় সারণির গ্রুপ-VIA এর মোট পাঁচটি মৌল আছে। এ মৌলগুলো হল— অক্সিজেন (O), সালফার (S), সেলেনিয়াম (Se), টেলুরিয়াম (Te) ও পোলোনিয়াম (Po)। শেষোক্ত মৌলটি যেমন, পোলোনিয়াম হল তেজস্ক্রিয় ও অস্থায়ী। মাদামকুরী এ মৌলটি আবিষ্কার করেন এবং তাঁর মাতৃভূমি পোল্যান্ডের নামে এর নামকরণ হয়েছে পোলোনিয়াম। অন্য সব মৌল প্রকৃতিতে মুক্ত অথবা যৌগরূপে বিদ্যমান। অধিকাংশ ধাতু প্রকৃতিতে ধাতব অক্সাইড ও ধাতব সালফাইড আকরিকরূপে থাকে। তাই গ্রুপ-VIA এর মৌলসমূহকে (যেমন, O, S, Se, Te ইত্যাদিকে) চ্যালকোজেন (Chalcogens, ore-forming) বা আকরিক উৎপন্নকারী মৌল বলা হয়।

ইলেকটন বিন্যাস : গ্রুপ-VIA এর মৌলসমূহের ইলেকটন বিন্যাস নিম্নরূপ :

$$O(8) = 1s^2 2s^2 2p^4$$

$$S(16) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$$

$$Se(34) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$$

$$Te(52) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^4$$

$$Po(84) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^4$$

এদের ইলেকটন বিন্যাসে প্রত্যেকের সর্বশেষ কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে ছয়টি ইলেকটন ($ns^2 np^4$) থাকায় এদের পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-VIA এর মধ্যে স্থান দেয়া হয়েছে। এদের মধ্যে অক্সিজেন ও সালফারের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের ক্রম পরিবর্তন ও সাদৃশ্য বৈসাদৃশ্য আলোচনা করা হল।

১.৩৯ গ্রুপ-VIA মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম (Periodic properties of group -VIA elements)

সারণি ১.৬ : গ্রুপ-VIA এর মৌলসমূহের কতিপয় পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম।

পর্যায়ভিত্তিক ধর্মাবলি	অক্সিজেন	সালফার	সেলেনিয়াম	টেলুরিয়াম	পোলোনিয়াম
	O	S	Se	Te	Po
১। পারমাণবিক সংখ্যা, (Z) :	8	16	34	52	84
২। পারমাণবিক ভর, (A) :	16	32.06	78.99	127.61	210
৩। ভৌত অবস্থা :	গ্যাস	কঠিন	কঠিন	কঠিন	কঠিন
৪। গলনাঙ্ক, (T_m °C) :	-219° C	113° C(rh)	217° C	450° C	254° C
৫। স্ফুটনাঙ্ক, (T_b °C) :	-183° C	444° C	685° C	990° C	962° C
৬। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, (nm) :	0.074	0.104	0.114	0.137	0.152
৭। আয়নিক ব্যাসার্ধ (nm), M^{2-} :	0.140	0.184	0.198	0.221	0.230
৮। আয়নীকরণ শক্তি (kJmol^{-1}) :	1323	1007	948	876	820
৯। তড়িৎ ঋণাত্মকতা :	3.5	2.44	2.40	2.1	2.0

পর্যায়ভিত্তিক ধর্মের সারণি, ১.৬ থেকে নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য জানা যায় :

১। ভৌত অবস্থার ক্রম পরিবর্তন : কক্ষতাপমাত্রায় অক্সিজেন হল গ্যাস। কিন্তু সালফার হল হালকা হলুদ বর্ণের কঠিন পদার্থ। অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যার ক্রম বৃদ্ধি অনুসারে আন্তঃআণবিক শক্তি বৃদ্ধি পায়; তাই তাদের ভৌত অবস্থার পরিবর্তন ঘটেছে।

২। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের ক্রমবৃদ্ধি : অক্সিজেনের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা সালফারের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বেশি। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আন্তঃআণবিক শক্তি বৃদ্ধি পাওয়ায় এদের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।

৩। পারমাণবিক আয়তন : পারমাণবিক সংখ্যার ক্রমবৃদ্ধি অনুসারে একই গ্রুপের মৌলসমূহের পারমাণবিক আয়তন বাড়তে থাকে। কারণ একই গ্রুপে যতই নিচের দিকে মৌলসমূহের পর্যায় পরিবর্তন করে যাওয়া যায়, ততই নতুন মৌলের পরমাণুর জন্য নতুন ইলেকটনীয় স্তর সংযুক্ত হয়। তাই পারমাণবিক আয়তনও বৃদ্ধি পায় এবং এটা একটি পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম। এক্ষেত্রে অক্সিজেনের পারমাণবিক বা সমযোজন ব্যাসার্ধ হল 0.074 (nm) ও সালফার পরমাণুর পারমাণবিক বা সমযোজন ব্যাসার্ধ হল 0.104 (nm) যা অক্সিজেনের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ থেকে বড়।

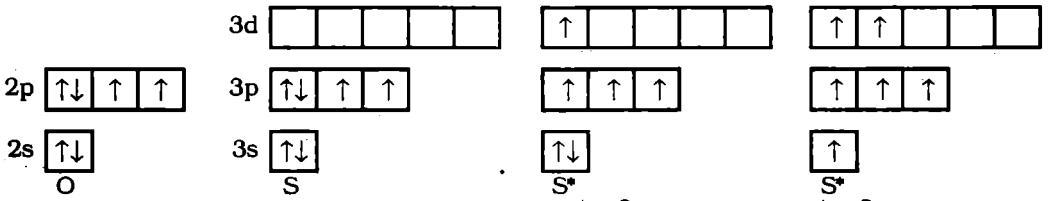
৪। **আয়নিকরণ বিভব :** মৌলের পরমাণুর আয়নিকরণ বিভব একটি পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম। একই গ্রুপের ওপর থেকে যতই নিচের দিকে যাওয়া যায়, ততই পরমাণুর আকার বা আয়তন বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ সর্ববহিস্থ কক্ষপথ পরমাণুর কেন্দ্র থেকে দূরে সরে যায় এবং নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ ধীরে ধীরে কমে আসে। তাই পরমাণুর সর্ববহিস্থ কক্ষপথ থেকে একটি ইলেকট্রনকে অপসারণ করতে ক্রমে কম শক্তি ব্যয় হয়। এক্ষেত্রে অক্সিজেন পরমাণুর প্রথম আয়নিকরণ বিভব দেখা যায় 1323 kJmol^{-1} এবং সালফারের বেলায় তা হ্রাস পেয়ে 1007 kJmol^{-1} হয়েছে।

৫। **তড়িৎ ঋণাত্মকতা :** আয়নিকরণ বিভবের মতই একই গ্রুপের মৌলগুলোর তড়িৎ ঋণাত্মকতা ধর্ম গ্রুপ VIA-এর ওপর থেকে নিচের দিকে হ্রাস পায়। তাই অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হল 3.50 এবং সালফারের বেলায় তা হ্রাস পেয়ে 2.44 হয়েছে। ঋণাত্মকতা কমতে থাকলে রাসায়নিক বিক্রিয়াকালে সক্রিয়তা কমতে থাকে। অধিক ঋণাত্মক মৌলের তুলনায় কম তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কম সক্রিয় হয়।

১.৪০ অক্সিজেন ও সালফারের পর্যায়ভিত্তিক রাসায়নিক ধর্ম (Periodic chemical properties of oxygen and sulphur)

১। **রাসায়নিক বন্ধন প্রকৃতি :** (i) আয়নিক যৌগ গঠন : অক্সিজেন ও সালফার উভয়ের সর্ববহিস্থ শক্তিস্তরে তাদের নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় মৌলের চেয়ে দুটি করে ইলেকট্রন কম আছে। তাই ধাতব মৌলের সাথে এরা বিক্রিয়াকালে দুটি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে আয়নিক যৌগ (Na_2O , CaO , Na_2S , MgS) গঠন করে।

(ii) সমযোজী যৌগ গঠন : অধাতুর সাথে O ও S সমযোজী যৌগ গঠন করে। অধাতুর সাথে অক্সিজেনের সমযোজ্যতা 2; কিন্তু সালফারের সমযোজ্যতা 2, 4 ও 6 হয়। কারণ সালফারের s-অরবিটাল ও p-অরবিটাল থেকে এর d- অরবিটালে ইলেকট্রন স্থানান্তর করতে পারে। তখন S-এর বেলায় বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। কিন্তু অক্সিজেনের যোজ্যতা স্তর ২য় শক্তিস্তরে d-অরবিটাল নেই।



সাধারণ অবস্থা

১ম উত্তেজিত অবস্থা

২য় উত্তেজিত অবস্থা

চিত্র ১.১৮ : সাধারণ অবস্থা ও উত্তেজিত অবস্থায় O এবং S পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস (বন্ধ পদ্ধতিতে)।

প্রথমে O ও S তাদের যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনের মধ্যে sp^3 সংকরণ দ্বারা ২টি পূর্ণ ও ২টি অর্ধপূর্ণ চারটি সংকর অরবিটাল গঠন করে। পরে দুটি অর্ধপূর্ণ সংকর অরবিটালের সাথে অন্য অধাতব পরমাণু যেমন, H ও Cl এর অর্ধপূর্ণ s ও p অরবিটালের অধিক্রমণ দ্বারা O-H, S-H বা S-Cl সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। তখন তাদের সমযোজ্যতা ২ হয় এবং H_2O , H_2S গঠন করে।

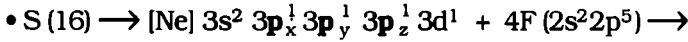


এ সব ক্ষেত্রে O ও S এর sp^3 সংকরিত দু'জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনের বিকর্ষণ প্রভাব বন্ধন জোড় ইলেকট্রনের ওপর বেশি হয়। ফলে বন্ধন কোণ 109.5° থেকে হ্রাস পায়। একই গ্রুপের মৌলসমূহের এ প্রবণতা নিচের দিকের পরমাণুর আকার বৃদ্ধি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা হ্রাসের সাথে হ্রাস পায়। ফলে তাদের যৌগের অণুতে বন্ধন কোণও হ্রাস পায়। যেমন, $\angle\text{HOH} = 104.5^\circ$, $\angle\text{HSH} = 92.6^\circ$ ।

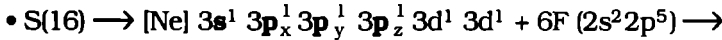
২। **জারণ অবস্থা :** অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান হল 3.5 এবং তা একমাত্র ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার (4.0) চেয়ে কম। ফলে ফ্লোরিন ব্যতীত অন্যান্য যে কোন মৌলের সাথে অক্সিজেনের যৌগে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা সর্বদা ঋণাত্মক। গ্রুপ VIA এ অন্তর্ভুক্ত মৌল O ও S এর যোজ্যতা স্তরে ছয়টি ইলেকট্রন ($ns^2 np^4$) আছে। তাই যৌগ অণু গঠনকালে অষ্টক পূর্ণতার জন্য প্রত্যেকটি মৌল ধাতব পরমাণু থেকে দুটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে অথবা অধাতব পরমাণুর সাথে দুটি ইলেকট্রন শেয়ার করে। ধাতুর অক্সাইড ও সালফাইডে সাধারণত আয়নিক বন্ধন হয়। তখন অক্সিজেন ও সালফার উভয়ের জারণ সংখ্যা -2 হয়। অধাতুর সাথে O ও S এর যৌগ গঠনে সমযোজী বন্ধন হয়। এক্ষেত্রে অপর অধাতব মৌলটি অধিকতর তড়িৎ ঋণাত্মক অধাতু হলে তখন O ও S এর জারণ সংখ্যা + 2 হয়। যেমন, ফ্লোরিন অক্সাইড (F_2O) ও সালফার ডাই ক্লোরাইড (SCl_2)। ব্যতিক্রম হল শূণ্য পারঅক্সাইড (H_2O_2), এতে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -1। সুতরাং O এর বিভিন্ন জারণ অবস্থা -2, -1, +2 হতে পারে। অক্সিজেন পরমাণুর বহিঃস্তরে কোন d অরবিটাল নেই। তাই অক্সিজেনের জারণ সংখ্যার মান +2 এবং -2 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে। গ্রুপ VIA এর অক্সিজেন ব্যতীত

সালফারের সাথে উচ্চ তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল যেমন, F_2 ও O_2 এর বন্ধন সৃষ্টির সময়ে সালফারের অষ্টক সম্প্রসারণ ঘটা সম্ভব। কারণ সালফার পরমাণুর যোজনী স্তরের $(3s^2 3p^4)$ ইলেকট্রনকে অল্প শক্তি প্রয়োগ করে এর বহিঃস্তরে ফাঁকা $3d$ অরবিটালে স্থানান্তর করা সম্ভব। ফলে বহিঃস্তরে বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা দুটি করে বৃদ্ধি পায়। তখন অষ্টক সম্প্রসারণের মাধ্যমে সালফার পরমাণুর জারণ অবস্থা -2 , $+2$ ছাড়াও অতিরিক্ত $+4$ ও $+6$ পর্যন্ত বৃদ্ধি করতে পারে; তা d অরবিটালে ইলেকট্রন স্থানান্তর সহযোগে দেখানো হল :

SF_4 গঠনে S এর জারণ-সংখ্যা $+4$ হয়। যেমন,



SF_6 গঠনে S এর জারণ সংখ্যা $+6$ হয়। যেমন,

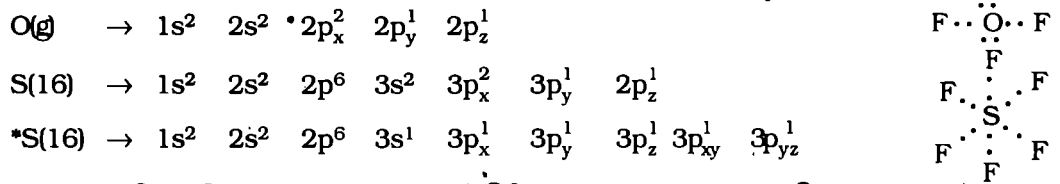


নিচের সারণিতে O ও S উভয় মৌলের জারণ অবস্থা দেখানো হল। যেমন, সারণি ১.৭ : O এবং S এর বিভিন্ন যৌগে বিভিন্ন জারণ অবস্থা

মৌল	-2	-1	0	+2	+4	+6
O	Na_2O, H_2O	H_2O_2	O_2	F_2O	-	-
S	Na_2S, H_2S	-	S_8	SCl_2	SF_4, SO_2	SF_6, SO_3

সালফার SF_6 গঠন করে, কিন্তু অক্সিজেন OF_6 গঠন করে না। ব্যাখ্যা কর।

অক্সিজেন ও সালফার গ্রুপ VI A-এর মৌল, উভয়ের যোজ্যতাস্তরে দুটি করে বিজোড় ইলেকট্রন আছে। O-এর যোজ্যতাস্তর দ্বিতীয় শক্তিস্তর হওয়ায় এর কোন খালি d -অরবিটাল থাকে না। কিন্তু s-এর যোজ্যতাস্তর তৃতীয় শক্তিস্তর হওয়ায় S-এর খালি $3d$ -অরবিটাল থাকে। তাই উদ্দীপিত অবস্থায় সালফার পরমাণু এর যোজ্যতাস্তরের $3s^2$ ও $3p_x^2$ অরবিটালের যুগল ভেঙে $3d$ অরবিটালে স্থানান্তর করলে সালফার পরমাণুর যোজ্যতাস্তরে ছয়টি বিজোড় ইলেকট্রন হয়।



তখন অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক F পরমাণু ও উদ্দীপিত S পরমাণুর মধ্যে সমযোজী বন্ধন দ্বারা অষ্টক সম্প্রসারণের মাধ্যমে SF_6 অণু গঠিত হয়। কিন্তু O পরমাণুর ২য় শক্তিস্তরে d -অরবিটাল থাকে না বলে এর অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব নয় এবং OF_6 গঠনও সম্ভব নয়।

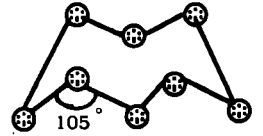
৩। মৌলের বহুরূপতা : অক্সিজেন ও সালফার উভয় মৌলের মধ্যে বহুরূপতা ধর্ম বর্তমান আছে। যেমন, অক্সিজেনের একটি বহুরূপ হল ওজোন (O_3)। ওজোনের অণুতে তিনটি অক্সিজেন পরমাণু থাকে। অনুরূপভাবে সালফারের ছয়টি বহুরূপ দেখা যায়। সালফারের রূপভেদ বা বহুরূপগুলো নিম্নরূপ :

- (ক) দানাদার সালফার : (১) রশ্মিক বা α -সালফার, (২) মনোক্লিনিক বা β -সালফার,
 (খ) অদানাদার সালফার : (১) প্রাস্টিক বা গামা (γ) সালফার, (২) দুগ্ধ সালফার বা ডেন্টা (δ) সালফার,
 (গ) তরল সালফার : (১) ল্যাম্বডা (λ) সালফার, (২) মিউ (μ) সালফার।

৪। রাসায়নিক সক্রিয়তা : অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস $[O(8) = 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1]$ থেকে সুস্পষ্ট যে, এর ২য় শক্তিস্তরে ২টি বিজোড় ইলেকট্রন ($2p_y^1 2p_z^1$) আছে। যোজ্যতা স্তর ২য় শক্তিস্তর হওয়ায় অক্সিজেন পরমাণুর আকার ছোট, তড়িৎ ঋণাত্মকতা অধিক (3.5), যোজ্যতা স্তরে d অরবিটাল নেই এবং দুটি অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে প্রথমে সিগমা (σ) বন্ধন ও পরে $2p^1-2p^1$ অরবিটাল দুটির পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা পাই (π) বন্ধন গঠন সম্ভব হয়। ফলে দ্বিবন্ধন যুক্ত সুস্থিত দ্বিপরমাণুক অক্সিজেন ($O=O$) অণু গঠিত হয়। এ দ্বিবন্ধনের

‘বন্ধন বিয়োজন’ শক্তিও খুব বেশি। যেমন, 498 kJmol^{-1} । এ কারণে কক্ষ তাপমাত্রায় O_2 অণুর মধ্যে সংঘর্ষে এ দ্বিবন্ধন বিয়োজন সম্ভব নয়। ফলে কক্ষ তাপমাত্রায় অক্সিজেন সক্রিয় নয়। তাই অক্সিজেনসহ যৌগ গঠন বিক্রিয়াসমূহ তাপহারী হয়। যেমন, $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 181.4 \text{ kJmol}^{-1} \xrightarrow{3000^\circ\text{C}} 2\text{NO}(\text{g})$

উচ্চ তাপমাত্রায় O_2 অণুগুলো উচ্চ গতিশক্তি লাভ করে সংঘর্ষে লিপ্ত হলে অক্সিজেন অণুর দ্বিবন্ধন ($\text{O}=\text{O}$) বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন পরমাণু উৎপন্ন হয়। তখন পারমাণবিক অক্সিজেন অধিক সক্রিয় হয়। কিন্তু সালফার পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস $[\text{S}(16) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1]$ থেকে জানা যায় যে, এর ৩য় শক্তিস্তরে যোজ্যতা স্তর থাকায় সালফার পরমাণু আকারে বড়, তড়িৎ ঋণাত্মকতা কম (2.44), যোজ্যতা স্তরে ফাঁকা d অরবিটাল আছে এবং দুটি S পরমাণুর মধ্যে প্রথমে সিগমা (σ) বন্ধন গঠনের পর উভয় পরমাণুর অবশিষ্ট $3p^1$ অরবিটালের মধ্যে সূষ্ঠভাবে পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা পাই (π) বন্ধন গঠন সম্ভব নয়। তাই প্রকৃতপক্ষে প্রতিটি S পরমাণুর দুটি বিজোড় ইলেকট্রন ($3p_x^1 3p_z^1$) অপর দুটি S পরমাণুর সাথে দুটি সিগমা (σ) বন্ধন গঠন করে। এরূপে আটটি S পরমাণু পরস্পরের সাথে দুটি করে σ বন্ধন দ্বারা মুকুট আকৃতির (Crown-shaped) বলয় সমন্বিত S_8 অণু গঠন



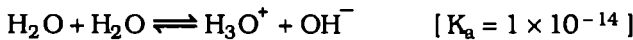
চিত্র ১.১৯ : মুকুট আকৃতির S_8 অণুর গঠন

করে। এতে বন্ধন কোণ 105° হয়ে থাকে এবং S-S বন্ধন বিয়োজন শক্তি 264 kJmol^{-1} হয়। যৌগ গঠনকালে অনেকগুলো S-S বন্ধন ভাঙতে হয়। তাই সালফারের সক্রিয়তা অক্সিজেনের সক্রিয়তার চেয়ে কম। যেমন, গ্রুপ IA ও IIA এর মৌলসমূহ অল্প তাপে সহজে বিক্রিয়া করে অক্সাইড গঠন করে। কিন্তু অনুরূপ সালফাইড গঠনকালে এর চেয়ে বেশি তাপ প্রয়োগ করতে হয়।

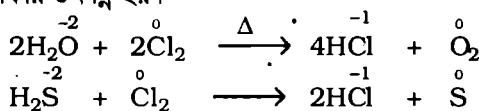
৫। S ও O এর হাইড্রাইড গঠন : গ্রুপ VIA মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে পরমাণুর আকার বাড়ে এবং তড়িৎ ঋণাত্মকতা কমে। যেমন, O ও S এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা যথাক্রমে 3.5 এবং 2.44 হয়। গ্রুপ VIA মৌলসমূহ -2 জারণ সংখ্যা সহযোগে হাইড্রাইড গঠন করে; যেমন, H_2O , H_2S ইত্যাদি। অক্সিজেন পরমাণু -1 জারণ সংখ্যা সহযোগে H_2O_2 (হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড) গঠন করে।

হাইড্রাইডের বৈশিষ্ট্য : (১) কক্ষ তাপমাত্রায় গ্রুপ VIA এর হাইড্রাইডসমূহের মধ্যে একমাত্র অক্সিজেনের হাইড্রাইড পানি (H_2O) হল তরল। সালফারের হাইড্রাইড H_2S হল গ্যাস। কারণ অক্সিজেন পরমাণু আকারে ছোট এবং অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক হওয়ায় H_2O হল পোলার অণু। ফলে H_2O অণুসমূহ আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত থেকে বিরাত আণবিক গুচ্ছ গঠন করে। তাই সাধারণ তাপমাত্রায় পানি একটি তরল। কিন্তু গ্রুপ VIA এর সালফার ও পরবর্তী মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা কম। তাই এদের হাইড্রাইড যেমন, H_2S হল অপোলার অণু। এরা হাইড্রোজেন বন্ধন করতে না পারায় একক অণু হিসেবে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল সহযোগে গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে।

(২) গ্রুপ VIA মৌলের হাইড্রাইডসমূহ দুর্বল এসিড এবং কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার বৃদ্ধির সাথে তাদের অম্লীয় শক্তি বৃদ্ধি পায়। জলীয় দ্রবণে 25°C তাপমাত্রায় H_2O এবং H_2S এর বিয়োজন ধ্রুবকের মান থেকে তা বোঝা যায়।



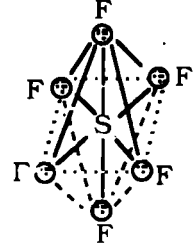
(৩) হাইড্রাইডসমূহের (H_2O , H_2S এর) বিজারণ ধর্ম আছে এবং কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার বৃদ্ধির সাথে এদের বিজারণ ধর্ম বৃদ্ধি পায়। কারণ ঋণাত্মক আয়নের আকার বৃদ্ধির সাথে চার্জের ঘনত্ব কম হয়। যেমন, অক্সাইড আয়ন (O^{2-}) এর চেয়ে সালফাইড আয়ন (S^{2-}) এর বেলায় চার্জ ঘনত্ব কম হয়। ফলে হাইড্রাইডের স্থায়িত্ব কমতে থাকে এবং বিজারণ ক্ষমতা বাড়তে থাকে। যেমন, উষ্ণ পানির সাথে Cl_2 এর বিক্রিয়ায় অক্সিজেন এবং সাধারণ তাপমাত্রায় H_2S এর সাথে Cl_2 এর বিক্রিয়ায় সালফার উৎপন্ন হয়।



৬। **S ও O এর হ্যালাইড গঠন :** গ্রুপ VIA মৌলসমূহ বিভিন্ন প্রকার হ্যালাইড গঠন করে। তড়িৎ ঋণাত্মকতা অনুসারে ফ্লোরিনের পর হল অক্সিজেনের স্থান। তাই অক্সিজেন ফ্লোরিনের সাথে কেবল ডাই ফ্লোরাইড (OF_2) গঠন করে। কিন্তু সালফার ও গ্রুপ VIA এর অন্যান্য মৌল মনোহ্যালাইড S_2X_2 ($X = F, Cl, Br, I$), ডাইহ্যালাইড SCl_2 ; টেট্রাহ্যালাইড SX_4 ($X = F, Cl$) এবং হেক্সাফ্লোরাইড SF_6 গঠন করে।

ডাইসালফার ডাইক্লোরাইড S_2Cl_2 এর গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার হল রাবারের কাঠিন্য প্রদান বা **ভলকানায়েজেশন**। ডাইহ্যালাইডসমূহ কম স্থায়ী এবং সহজেই আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়।

টেট্রাহ্যালাইডের মধ্যে SF_4 হল গ্যাস এবং SCl_4 হল তরল। টেট্রাহ্যালাইডসমূহের অণুর আকৃতি ত্রিকোণীয় পিরামিড। হেক্সা ফ্লোরাইডসমূহ গ্যাসীয় এবং খুবই নিষ্ক্রিয়। নিষ্ক্রিয়তা ও ডাই ইলেকট্রিক ধর্মের জন্য SF_6 গ্যাসীয় ইনসুলেটর হিসেবে উচ্চ ভোল্টেজ জেনারেটর ও সুইচ গিয়ারে ব্যবহৃত হয়। SF_6 অণুতে S পরমাণু sp^3d^2 সংকরণ দ্বারা গঠিত সুস্থম অষ্টতলকের ছয় কোণায় ছয়টি F পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।

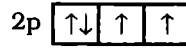
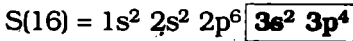
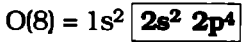


চিত্র ১.২০ : SF_6 অণুর অষ্টতলকীয় গঠন।

১.৪১ অক্সিজেন ও সালফারের মধ্যে তুলনা (Comparison between oxygen and sulphur)

পর্যায় সারণির গ্রুপ-VIA এ অক্সিজেন ও সালফার স্থান প্রাপ্ত। তাই গ্রুপভিত্তিক তাঁদের মধ্যে বিভিন্ন ধর্মে অনেক সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য বর্তমান। নিম্নে অক্সিজেন ও সালফারের বিভিন্ন ধর্মে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য উল্লেখ করা হল।

(ক) সাদৃশ্য ধর্ম : ১। ইলেকটন বিন্যাস : অক্সিজেন ও সালফার পরমাণুর ইলেকটন বিন্যাসে প্রত্যেকের যোজনী স্তর বা সর্বশেষ শক্তিস্তরে ৬টি করে ইলেকটন আছে (ns^2np^4)। যেমন,



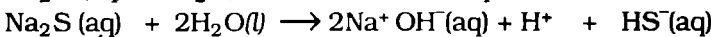
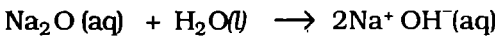
২। বন্ধন ও যোজ্যতা : অক্সিজেন ও সালফার উভয়েই গ্রুপ-IA এবং গ্রুপ-IIA এর ধাতুর সাথে আয়নিক বন্ধন দ্বারা O^{2-} ও S^{2-} আয়ন এবং অধাতুর সাথে সমযোজী বন্ধন দ্বারা যৌগ গঠন করে। যেমন, Na_2O , CaS হল আয়নিক যৌগ, অপরদিকে H_2O , H_2S হল সমযোজী যৌগ। এ সব যৌগে তাদের প্রধান যোজনী হল ২।

৩। হাইড্রাইড গঠন : উভয় মৌল হাইড্রোজেনের সাথে স্থায়ী হাইড্রাইড যেমন, H_2O , H_2S এবং অস্থায়ী হাইড্রাইড যেমন, H_2O_2 এবং H_2S_2 গঠন করে।

৪। প্রকৃতি : অক্সিজেন ও সালফার উভয়েই সক্রিয় অধাতু। উভয়ের বহুরূপতা ধর্ম আছে যেমন, অক্সিজেনের বহুরূপ হল ওজোন (O_3)। অপরদিকে সালফারের বেলায় ৬টি রূপভেদ আছে। যেমন, আলফা (α) সালফার, বিটা (β) সালফার, গামা (γ) সালফার, ডেল্টা (δ) সালফার, ল্যাম্বা (λ) সালফার, মিউ (μ) সালফার ইত্যাদি।

৫। কার্বনের সাথে ক্রিয়া : অক্সিজেন ও সালফার উভয় মৌল উত্তম অবস্থায় কার্বনের সাথে যুক্ত হয়ে থাকে। যেমন, CO_2 , CS_2 (কার্বন ডাইসালফাইড)।

৬। যৌগের আর্দ্রবিশ্লেষণ : গ্রুপ-IA ধাতুর অক্সাইড ও সালফাইড একই নিয়মে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। যেমন,



(খ) বৈসাদৃশ্য ধর্ম : পর্যায় সারণির যে কোন গ্রুপের প্রথম মৌলটি সে গ্রুপের অন্যান্য মৌল থেকে কিছুটা ভিন্ন ধর্ম দেখায়। অনুরূপভাবে গ্রুপ-VIA এর বেলায় অক্সিজেন ও সালফারের সাথে নিম্নোক্ত ধর্মে বৈসাদৃশ্য দেখায় :

১। ভৌত অবস্থা : অক্সিজেন হল বর্ণহীন, গন্ধহীন একটি গ্যাস। অপরদিকে সালফার হল হালকা হলুদ বর্ণের কঠিন পদার্থ।

২। পরমাণুকতা : অক্সিজেন দ্বিপরমাণুক (O_2) ও ত্রিপরমাণুক যেমন, ওজোন (O_3) -এ দুই অবস্থায় থাকে। সালফার সাধারণত অষ্ট পরমাণুক (S_8)। তবে $S_2, S_3, S_4 \dots$ ইত্যাদি বিভিন্ন অণু গঠন করতে পারে।

৩। যোজনী ও জারণ সংখ্যা : অক্সিজেনের সর্বোচ্চ সমযোজ্যতা হল ২। কিন্তু সালফারের বেলায় সমযোজ্যতা ২, ৪, ৬ হয়। অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা স্থির -২ হয় (ব্যতিক্রম : পারঅক্সাইডে -১ হয়) সালফারের জারণ সংখ্যা -২ সহ +২, +৪, +৬ হতে পারে। এদের মধ্যে +৪, +৬ বেশি দেখা যায়; যেমন, H_2SO_4 । এর কারণ হল দ্বিতীয় শক্তিস্তরে অক্সিজেনের যোজ্যতা ইলেকট্রন সীমাবদ্ধ। কিন্তু সালফার তৃতীয় শক্তিস্তরের d অরবিটাল ব্যবহার করে এর জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করতে পারে।

৪। হাইড্রাইডের ভৌত অবস্থা : সালফার অপেক্ষা অক্সিজেন অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক হওয়ায় H_2O এর অণুগুলোর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টির কারণে পানি তরল অবস্থায় থাকে। কিন্তু H_2S এর বেলায় হাইড্রোজেন বন্ধন ঘটে না। তাই হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) সাধারণ তাপমাত্রায় একটি গ্যাস।

৫। হাইড্রাইডের প্রকৃতি : H_2S হল দুর্বল এসিড। কিন্তু H_2O হল প্রশম যৌগ। H_2O প্রোটন দাতা ও প্রোটন গ্রহীতা উভয়রূপে ক্রিয়া করে। এছাড়া হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড (H_2O_2) নামক অক্সিজেনের অল্পধর্মী একটি অক্সাইড আছে।

৬। বহুরূপতার প্রকৃতি : অক্সিজেনের বহুরূপতা হল মনোট্রোপিক। অর্থাৎ যে কোন অবস্থার পরিবর্তনে কেবল একমুখী পরিবর্তন ঘটে। যেমন, ওজোন অক্সিজেনে পরিণত হয় $2O_3 \rightarrow 3O_2$ । কিন্তু সালফারের বহুরূপতা হল এনান্টিওট্রোপিক অর্থাৎ তাপমাত্রার পরিবর্তনে দুটি বহুরূপের পারস্পরিক বা উভমুখী পরিবর্তন ঘটে।

৭। অক্সাইড ও সালফাইডে পোলারন : অক্সাইড আয়ন (O^{2-}) এর ব্যাস হল 0.28 ন্যানোমিটার (nm) এবং সালফাইড আয়ন (S^{2-}) এর ব্যাস হল 0.368 nm। সুতরাং অক্সাইড আয়নের চেয়ে আকারে বড় সালফাইড আয়নে অধিক পোলারন ঘটে। অনুরূপ সালফাইডের তুলনায় অক্সাইড অধিক আয়নিত হয়। গ্রুপ I এর বড় ক্যাটায়নসমূহ আয়নিক সালফাইড গঠন করে।

১.৪২ অক্সিজেনের অবস্থান, উৎপাদন ও ব্যবহার (Occurance, extraction and uses of oxygen)

অবস্থান : প্রকৃতিতে শুষ্ক বাতাসের প্রায় আয়তনিকভাবে ২১% হল অক্সিজেন। প্রাণীর শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্য বায়ুর অত্যাবশ্যকীয় উপাদান হল অক্সিজেন। পানিতে অক্সিজেন বেশ দ্রবণীয়। তাই জলজ প্রাণী উক্ত দ্রবীভূত অক্সিজেন শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্য ব্যবহার করে।

ভূত্বকের গঠনে ভরের হিসেবে প্রায় ৪৭% অক্সিজেন যৌগিক অবস্থায় আছে।

অক্সিজেনের ভৌত ধর্ম ও সক্রিয়তা : অক্সিজেন বর্ণহীন দ্বিপরমাণুক গ্যাস। আণবিক অক্সিজেন বলতে ডাই অক্সিজেনকে বোঝায়। অক্সিজেনের গলনাঙ্ক, (T_m) = $-219^\circ C$ এবং স্ফুটনাঙ্ক (T_b) = $-183^\circ C$ । অধিক সক্রিয়তার কারণে অক্সিজেন (একমাত্র নিষ্ক্রিয় মৌল বাদে) সব মৌলের সাথে যৌগ গঠন করে থাকে।

অক্সিজেন উৎপাদন : শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহারের জন্য তরল বায়ু থেকে আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় অক্সিজেন গ্যাস পৃথক করা হয় এবং সে অক্সিজেনকে অধিক চাপে সিলিভারে ভর্তি করা হয়। তরল বায়ুর আংশিক পাতনের-বেলায় $-196^\circ C$ নিম্ন তাপমাত্রায় গ্যাস হিসেবে নাইট্রোজেন বের হয়ে আসে। তরল বায়ুর অন্যতম উপাদান অক্সিজেন $-183^\circ C$ নিম্ন তাপমাত্রায় গ্যাসরূপে বের হয়।

অক্সিজেনের ব্যবহার : (১) ইস্পাত উৎপাদন কালে কাস্ট আয়রনের অপদ্রব্য কার্বনকে জারিত করার কাজে প্রচুর অক্সিজেন প্রয়োজন হয়। (২) অক্সিজেন দ্বারা লৌহ ও অন্যান্য ধাতু কাটার কাজে ও ওয়েল্ডিং বা জোড়া দেয়ার কাজে অক্সি অ্যাসিটিলিন শিখা ব্যবহৃত হয়। (৩) অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন (C_2H_2) গ্যাসের পূর্ণ দহনে এ শিখা উৎপন্ন হয়। (৪) নিউমোনিয়া ও অন্যান্য শ্বাসকষ্টের রোগীকে কৃত্রিম উপায়ে শ্বাস-প্রশ্বাস চালানোর জন্য হাসপাতালে অক্সিজেন সিলিভার ব্যবহৃত হয়।

১.৪৩ সালফারের অবস্থান, নিষ্কাশন ও ব্যবহার (Occurance, extraction and uses of sulphur)

অবস্থান : সালফার মৌলিক অবস্থায় পাওয়া যায়। এছাড়া বিভিন্ন ধাতুর সালফাইড খনিজরূপে এবং কয়েকটি ধাতুর সালফেট যেমন, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম সালফেট খনিতে পাওয়া যায়।

সালফার নিষ্কাশন : আমেরিকার লুসিয়ানা ও টেকসাস অঞ্চলের গভীর খনিতে সালফার স্তরীভূত আছে। ফ্রান্স প্রণালীতে সালফার উত্তোলন করা হয়। এ প্রণালীতে এককেন্দ্রিকভাবে তিনটি ভিন্ন ব্যাসার্ধের ধাতব নলকে সালফারের খনিতে প্রবেশ করানো হয়। সবচেয়ে বড় নলের ভেতর দিয়ে 160°C তাপমাত্রায় অতি তন্দ্র পানি বাষ্প প্রায় 10 atm চাপে সালফারের খনিতে চালনা করা হয়। তখন খনিতে সালফার গলে যায়। এবার সবচেয়ে ভেতরের ছোট নলের মধ্য দিয়ে উচ্চচাপে উষ্ণ বায়ু চালনা করলে মাঝখানের নল দিয়ে গলিত সালফার বের হয়ে আসে। এই সালফার প্রায় 99.5% বিশুদ্ধ হয়।

সালফারের ব্যবহার : (১) সালফিউরিক এসিড উৎপাদনের জন্য SO_2 গ্যাস প্রস্তুতিতে, রেয়ন শিল্পে ব্যবহৃত CS_2 দ্রাবক প্রস্তুতিতে ও রাবারের ভলকানাইজিং বা কাঠিন্য প্রদানে প্রচুর সালফার ব্যবহৃত হয়। (২) দিয়াশলাই, বারুদ প্রভৃতি প্রস্তুতিতে ও কাগজ শিল্পে ব্যবহৃত $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ ও $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$ উৎপাদনে এবং (৩) সালফার ড্রাগস যেমন, সালফানিলামাইড ($\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_2\text{NH}_2$), সালফোন্যামাইড ইত্যাদি প্রস্তুতিতে ও রঞ্জক শিল্পে সালফারের ব্যবহার আছে।

১.৪৪ অক্সিজেন ও সালফার মৌলের বহুরূপতা (Allotropy of oxygen and sulphur)

(ক) বহুরূপতা : প্রকৃতিতে একই মৌলের একাধিক ভৌতরূপে অবস্থান করাকে বহুরূপতা বলে। অক্সিজেন ও সালফার বহুরূপতা প্রদর্শন করে। অক্সিজেন প্রকৃতিতে ডাইঅক্সিজেন ও টাইঅক্সিজেন উভয়রূপে থাকে। ডাইঅক্সিজেন হল অক্সিজেনের স্থায়ী ও সাধারণ রূপ। এর সংকেত O_2 । টাইঅক্সিজেন হল ওজোন (O_3) গ্যাস। এটা কম স্থায়ী ও প্রকৃতিতে কম পাওয়া যায়। ওজোন হল অক্সিজেনের বহুরূপ বা রূপভেদ (allotrope)।



অক্সিজেন (O_2) শক্তি শোষণ করে ওজোন গ্যাসে পরিণত হয়। কিন্তু ওজোন (O_3) স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন উৎপন্ন করে। যেহেতু বহুরূপের স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তন সব অবস্থায় একদিকে (যেমন, ওজোন থেকে অক্সিজেনের দিকে) ঘটে, তাই এরূপ বহুরূপতাকে একমুখী বা মনোট্রোপিক (monotropic) বলা হয়। বায়ুমণ্ডলের উর্ধ্বদিকের ওজোনস্তরে অক্সিজেন অতিবেগুনি (uv) রশ্মি প্রতিনিয়ত শোষণ করে টাইঅক্সিজেন বা ওজোন (O_3) গ্যাস গঠন করে।

পরীক্ষাগারে শূন্য ডাইঅক্সিজেন গ্যাসকে নিঃশব্দ বিদ্যুৎস্রবের প্রভাবে রাখলে সে অক্সিজেন শক্তি শোষণ করে টাইঅক্সিজেন বা ওজোন গ্যাসে পরিণত হয়।

ডাইঅক্সিজেন অণুর মধ্যে উভয় পরমাণু একটি σ বন্ধন ও একটি π বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ থাকে। ডাইঅক্সিজেন

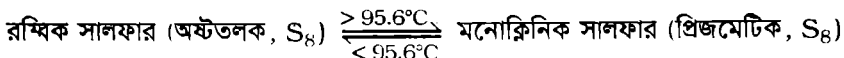
অণুর গঠন হল : $\text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}:$ । অপরদিকে টাইঅক্সিজেন বা ওজোন অণুর বন্ধনগুলোর মধ্যে 117° কোণ বর্তমান। তাই

সঞ্চরণশীল π ইলেকটন সহযোগে ওজোন অণুর গঠন সংকেত হচ্ছে



(খ) সালফারের রূপভেদ : সালফারের উল্লেখযোগ্য ৬টি রূপভেদ আছে। যেমন, দানাদার সালফারের দুটি প্রধান রূপভেদ হল—(১) রম্বিক বা α সালফার ও (২) মনোক্লিনিক বা β সালফার। অদানাদার সালফারের রূপভেদ হল : (১) প্রাস্টিক বা নমনীয় বা γ সালফার ও (২) দুগ্ধ সালফার বা δ সালফার। তরল সালফারের রূপভেদগুলো হল : (১) ল্যাম্বডা (λ) সালফার ও (২) মিউ (μ) সালফার। এছাড়া কলয়ডেল সালফার নামক রূপভেদও আছে।

দানাদার রূপভেদ রম্বিক ও মনোক্লিনিক—এর বর্ণনা : রম্বিক ও মনোক্লিনিক উভয়ের আণবিক সংকেত S_8 । তবে এদের কেলাস গঠনে পার্থক্য আছে। রম্বিক সালফার অষ্টতলক কেলাস এবং মনোক্লিনিক সালফার প্রিজমেটিক কেলাস গঠন করে। আবার এদের অবস্থান্তর তাপমাত্রা 95.6°C এর উর্ধ্বে ও এক বায়ুচাপে মনোক্লিনিক সালফার স্থায়ী হয়। অপরদিকে 95.6°C তাপমাত্রার নিম্নে রম্বিক সালফার স্থায়ী হয়।

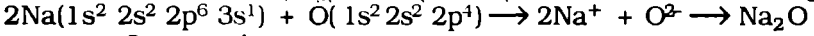


উভয় রূপভেদ তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে যে কোন একদিকে বহুরূপতা প্রদর্শন করতে পারে বলে এরূপ বহুরূপতাকে এনান্টিওট্রোপিক (enantiotropic = moving in both directions) বলা হয়।

১.৪৫ পর্যায় সারণিতে O ও S এর অবস্থান ও বন্ধন গঠন (Position of O and S in periodic table and bond formation)

(ক) অক্সাইডের আয়নিক বন্ধন গঠন : পর্যায় সারণির গ্রুপ-VIA এর মৌলসমূহ বিক্রিয়াকালে তাদের অক্টেট পূর্ণ করার জন্য দুটি করে ইলেকটন অন্য পরমাণু থেকে গ্রহণ বা শেয়ার করে থাকে। অক্সিজেন পরমাণু ইলেকটন গ্রহণ করার মাধ্যমে অক্সাইড আয়ন (O^{2-}) এর গঠন হল একটি তাপশোষী প্রক্রিয়া ($+\Delta H_f$)। কিন্তু উৎপন্ন অক্সাইড আয়নের আকার ছোট ও দুটি ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হওয়ায় ল্যাটিস এনথালপি ঋণাত্মক (তাপোৎপাদী) হয়। তাই ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের আয়নীকরণ এনথালপি এবং ল্যাটিস এনথালপির গাণিতিক ফল ঋণাত্মক হলে সেক্ষেত্রে অক্সিজেন আয়নিক যৌগ গঠন করে। এভাবে বহু আয়নিক অক্সাইড গঠিত হয়।

যেমন, Na_2O গঠনকালে অক্সিজেন পরমাণু ধাতুর পরমাণু থেকে দুটি ইলেকটন গ্রহণ করে অক্টেট পূর্ণ করে।



(খ) সালফাইডের সমযোজী বন্ধন গঠন : সালফাইড আয়ন (S^{2-}) আকারে অক্সাইড আয়ন (O^{2-}) থেকে বড় এবং সহজে পোলারিত হয়। তাই কোন মৌলের অক্সাইডের তুলনায় সালফাইডসমূহের সমযোজী বন্ধন গঠনের প্রবণতা বেশি হয়। কেবল গ্রুপ-IA এবং গ্রুপ-IIA এর ধাতব মৌলসমূহ সালফারের সাথে আয়নিক যৌগ গঠন করে। এক কথায় সালফাইডসমূহ অক্সাইডসমূহের তুলনায় অধিকতর সমযোজী হয়। যেমন, সমযোজী বন্ধন গঠনকালে O ও S প্রত্যেকে sp^3 সংকরণ দ্বারা দুটি পূর্ণ ও দুটি অর্ধপূর্ণ সংকর অরবিটাল গঠন করে। শেষে প্রত্যেকেই তাদের দুটি অর্ধপূর্ণ sp^3 সংকর অরবিটালের সাথে দুটি করে H পরমাণুর অর্ধপূর্ণ s অরবিটালের অধিক্রমণ দ্বারা সিগমা বন্ধন সহযোগে H_2O ও H_2S গঠন করে।

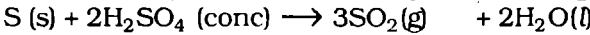
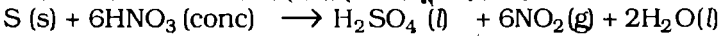


১.৪৬ অক্সিজেন ও সালফারের বিভিন্ন যৌগসমূহ (Different compounds of oxygen and sulphur)

(ক) অক্সিজেন সরাসরি অধিকাংশ ধাতব ও অধাতব মৌলের সাথে বিক্রিয়া করে থাকে। ফলে বিভিন্ন প্রকার

(১) ধাতব অক্সাইড যেমন, ক্ষারধর্মী অক্সাইড, উভধর্মী অক্সাইড এবং (২) অধাতব অক্সাইড যেমন, অম্লধর্মী, নিরপেক্ষ, পারঅক্সাইড ইত্যাদি বিভিন্ন অক্সাইড গঠন করে।

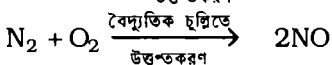
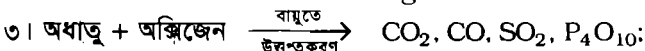
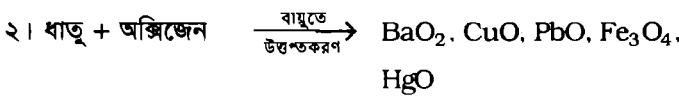
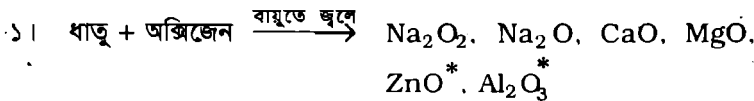
(খ) অপরদিকে সালফার উত্তম অবস্থায় (১) অধিকাংশ ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব সালফাইড গঠন করে। অনুরূপভাবে (২) উত্তম অবস্থায় সালফার অধাতব মৌল ফ্লোরিন, ক্লোরিন, অক্সিজেন ও কার্বনের সাথে যুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করে। আবার (৩) জারক পদার্থ যেমন, গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 এসিড দ্বারা সালফার জারিত হয়ে যথাক্রমে সালফিউরিক এসিড ও সালফার ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে থাকে।



(৪) সালফারের অক্সো এসিড যেমন, H_2SO_4 , H_2SO_3 সালফারের হাইড্রোসিড যেমন, হাইড্রোসালফিউরিক এসিড H_2S ইত্যাদি যৌগ রয়েছে।

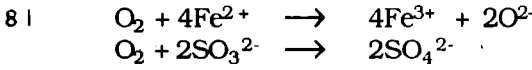
১.৪৭ অক্সাইডসমূহ (Different oxides)

অক্সিজেনের দ্বিমৌল যৌগসমূহকে অক্সাইড বলে। ধাতু ও অধাতুর সাথে অক্সিজেনের বিক্রিয়ার ফলে বিভিন্ন অক্সাইড গঠন নিম্নে দেখান হল :

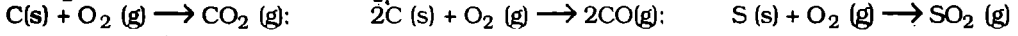


স্মরণ্য : (১) তারকা (*) চিহ্নিত ধাতব অক্সাইডগুলো উভধর্মী অক্সাইড। অন্যান্য ধাতব অক্সাইড ক্ষারক, তাই এসিডের সাথে লবণ গঠন করে।

(২) এক্ষেত্রে NO, CO নিরপেক্ষ।
(৩) অন্যান্য অধাতব অক্সাইড অম্লধর্মী, তাই এরা পানিসহ অম্ল এবং ক্ষারকসহ লবণ গঠন করে।



* কয়লাতে প্রায় 3% সালফার থাকে। বায়ুতে কয়লা পোড়ালে CO₂, CO এবং কিছু SO₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়। কলকারখানায় ও মোটর গাড়িতে জ্বালানি পুড়ে এসব গ্যাস উৎপন্ন হয়ে বায়ুতে মিশে থাকে। মোটর গাড়ির বর্জ্য-গ্যাসে CO₂, CO এর সাথে NO এবং NO₂ গ্যাসও থাকে।



এদের মধ্যে CO₂ হল অন্যতম প্রধান গ্রিন হাউস গ্যাস এবং উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO₂ গ্যাস শোষিত হয়। তবে CO, SO₂ ও নাইট্রোজেন অক্সাইডসমূহ বিভিন্ন ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে। যেমন,

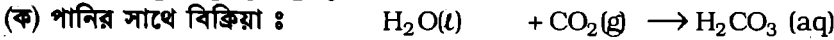
CO গ্যাস বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদহীন হওয়ায় মানুষের অজান্তে নিঃশ্বাসের সঙ্গে মানুষের রক্ত প্রবাহে শোষিত হয় এবং রক্তের হিমোগ্লোবিনের আয়রনের সাথে জটিল যৌগ গঠন করে। তখন হিমোগ্লোবিন অক্সিজেন বাহকরূপে কাজ করতে পারে না। ফলে শ্বাসকষ্ট ও হৃদরোগে আক্রান্ত হয়ে মানুষের মৃত্যু ঘটে। তাই CO গ্যাসকে 'নীলব ঘাতক গ্যাস' বলা হয়। SO₂ গ্যাস শ্বাসযন্ত্রে প্রদাহ সৃষ্টি করে। ফলে ব্রংকাইটিস্, হাঁপানী প্রভৃতি রোগ হয়। আবার বায়ুতে অধিক নাইট্রোজেন অক্সাইড থাকলে তা ব্যবহৃত কাপড় চোপড়ের উজ্জ্বল রং বিনষ্ট করে।

১.৪৭(ক) অক্সাইডসমূহের শ্রেণীবিভাগ (Classification of oxides)

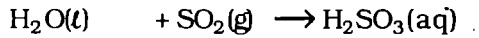
অক্সাইডসমূহকে নিম্নোক্ত নয় প্রকারে শ্রেণীবদ্ধ করা যায়। যেমন,

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| (১) অম্লীয় বা এসিডিক অক্সাইড | (৬) পলি অক্সাইড |
| (২) ক্ষারকীয় বা বেসিক অক্সাইড | (৭) সুপার অক্সাইড |
| (৩) উভধর্মী অক্সাইড | (৮) সাব অক্সাইড |
| (৪) নিরপেক্ষ অক্সাইড | (৯) যৌগিক বা মিশ্র অক্সাইড |
| (৫) পারঅক্সাইড | |

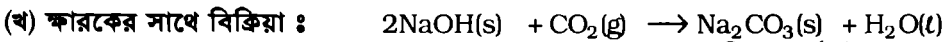
(১) **অম্লীয় বা এসিডিক অক্সাইড (Acidic oxide)** : অধাতুর যে সব অক্সাইড পানির সাথে বিক্রিয়ায় অম্ল এবং ক্ষারকের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে, তাদেরকে অম্লীয় বা এসিডিক অক্সাইড বলে। যেমন, CO₂, SO₂, SO₃, NO₂, N₂O₅, P₂O₅ ইত্যাদি।



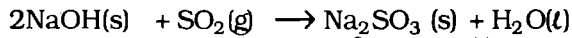
কার্বনিক এসিড



সালফিউরাস এসিড

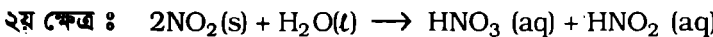
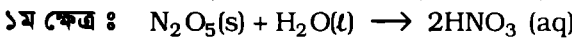


সোডিয়াম কার্বনেট

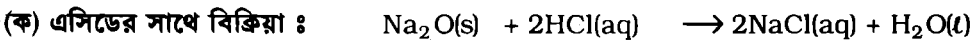


সোডিয়াম সালফাইট

অম্লীয় অক্সাইডগুলো পানির সাথে বিক্রিয়ায় অম্ল বা এসিড তৈরি করে বলে অম্লীয় অক্সাইডকে সংশ্লিষ্ট এসিডের 'এসিড অ্যানহাইড্রাইড' বলে। কোন কোন অম্লীয় অক্সাইড পানির সাথে বিক্রিয়া করে একটিমাত্র এসিড অথবা কোন কোন অম্লীয় অক্সাইড পানির সাথে বিক্রিয়ায় দুটি এসিড তৈরি করে। প্রথম ক্ষেত্রের অক্সাইডকে শুধু 'এসিড অ্যানহাইড্রাইড' এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রের অক্সাইডকে 'মিশ্র অ্যানহাইড্রাইড' বলা হয়। যেমন,



(২) **ক্ষারকীয় বা বেসিক অক্সাইড (Basic oxide)** : ধাতুর যে সব অক্সাইড এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে, তাদেরকে ক্ষারকীয় বা বেসিক অক্সাইড বলে। যেমন, Na₂O, K₂O, MgO, CaO ইত্যাদি।

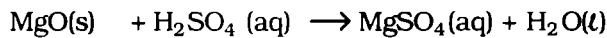


ক্ষারক

এসিড

লবণ

পানি



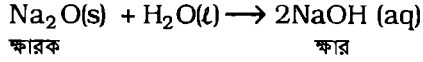
ক্ষারক

এসিড

লবণ

পানি

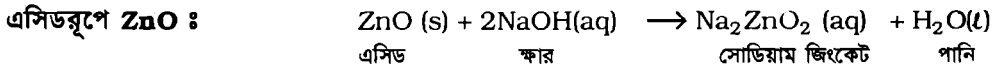
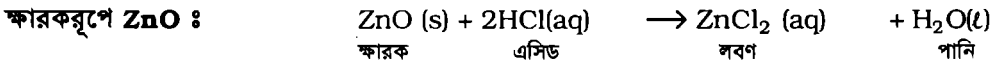
(খ) পানির সাথে বিক্রিয়া : অনেক ক্ষারকীয় অক্সাইড পানির সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় ধাতব হাইড্রক্সাইড বা ক্ষার গঠন করে এবং উৎপন্ন জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাসকে নীল করে। গ্রুপ IA ধাতুসমূহের হাইড্রক্সাইড পানিতে দ্রবণীয়। যেমন, NaOH, KOH ইত্যাদি।



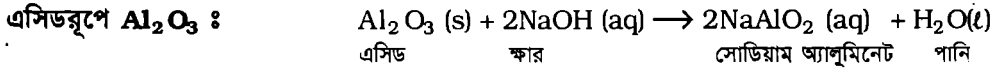
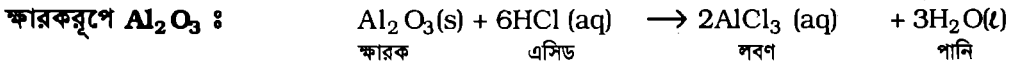
(গ) উভধর্মী অক্সাইড (Amphoteric oxide) : ধাতুর যে সব অক্সাইড পৃথক পৃথকভাবে এসিড ও ক্ষারকের সাথে বিক্রিয়া করে প্রতি ক্ষেত্রে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে তাদেরকে উভধর্মী অক্সাইড বলে। যেমন, ZnO, Al₂O₃, PbO, SnO ইত্যাদি।

ব্যাখ্যা : উভধর্মী অক্সাইড তীব্র এসিডের সাথে মৃদু ক্ষারকরূপে এবং তীব্র ক্ষারের সাথে মৃদু এসিডরূপে ক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।

যেমন, জিংক অক্সাইড (ZnO) হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে ক্ষারকরূপে ক্রিয়া করে জিংক ক্লোরাইড লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। আবার গাঢ় NaOH দ্রবণের সাথে জিংক অক্সাইড বিক্রিয়া করে সোডিয়াম জিংকেট লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। তাই এক্ষেত্রে জিংক অক্সাইড অম্লধর্মী হয়েছে।

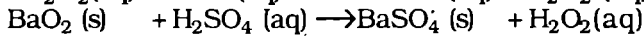
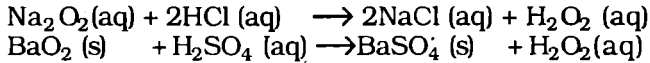


অনুরূপভাবে Al₂O₃ ক্ষারকরূপে HCl এসিডের সাথে এবং এসিডরূপে গাঢ় NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে।



(৪) নিরপেক্ষ অক্সাইড (Neutral oxide) : অধাতুর যে সব অক্সাইড এসিড ও ক্ষারক কোনটিরও সাথে বিক্রিয়া করে না অর্থাৎ কোন এসিডিক বা ক্ষারকীয় ধর্ম দেখায় না তাদের নিরপেক্ষ বা প্রশম অক্সাইড বলে। যেমন, H₂O, CO, N₂O, NO ইত্যাদি।

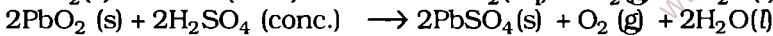
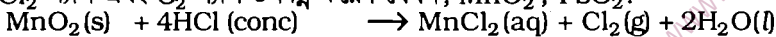
(৫) পার অক্সাইড (Per oxide) : যে সব অক্সাইডে সাধারণ অম্লীয় ও ক্ষারকীয় অক্সাইডের চেয়ে বেশি পরিমাণ অক্সিজেন পরমাণু যুক্ত থাকে এবং লঘু শীতল খনিজ এসিড (HCl, লঘু H₂SO₄) এর সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন পার অক্সাইড উৎপন্ন করে তাদের পার অক্সাইড বলে। এদের অণুর গঠনে অক্সিজেন-অক্সিজেন বন্ধন বা পার অক্সাইড বন্ধন থাকে। যেমন, Na₂O₂ (Na⁺-O⁻-O⁻-Na⁺), BaO₂, H₂O₂ ইত্যাদি। পার অক্সাইডে দ্বিযোজী পার অক্সাইড (O₂²⁻) মূলক থাকে।



বেরিয়াম পার অক্সাইড

হাইড্রোজেন পার অক্সাইড

(৬) পলি অক্সাইড (Poly oxide) : যে সব অক্সাইডে অক্সিজেনের পরিমাণ স্বাভাবিক অক্সাইডের চেয়ে বেশি থাকে, কিন্তু লঘু এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার অক্সাইড উৎপন্ন করে না তাদের পলি অক্সাইড বলে। পলি অক্সাইডসমূহ জারক পদার্থরূপে ক্রিয়া করে। এ সব অক্সাইড উত্তপ্ত গাঢ় HCl ও গাঢ় H₂SO₄ এর সাথে বিক্রিয়ায় যথাক্রমে Cl₂ গ্যাস এবং O₂ গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন, MnO₂, PbO₂.



(৭) সুপার অক্সাইড (Super oxide) : যে সব অক্সাইডে পার অক্সাইড ও পলি অক্সাইডের চেয়ে বেশি পরিমাণ অক্সিজেন থাকে তাদের সুপার অক্সাইড বলে। সুপার অক্সাইডে একযোজী সুপার অক্সাইড মূলক (O₂⁻) থাকে। গ্রুপ IA এর অতীব সক্রিয় ধাতু দ্বারা সুপার অক্সাইড গঠিত হয়। যেমন, পটাসিয়াম সুপার অক্সাইড KO₂।

(৮) সাব অক্সাইড (Sub oxide) : যে সব অক্সাইডে অক্সিজেনের পরিমাণ স্বাভাবিক অক্সাইডের চেয়ে কম থাকে তাদের সাব অক্সাইড বলে। যেমন, লেড সাব অক্সাইড (Pb_2O)। এ প্রকার অক্সাইডের সংখ্যা কম।

(৯) যৌগিক বা মিশ্র অক্সাইড (Compound or mixed oxide) : যে সব অক্সাইড একই মৌলের দুটি ভিন্ন জারণ অবস্থার দুটি সাধারণ অক্সীয় ও ক্ষারকীয় অক্সাইডের মিশ্রণ বা যৌগরূপে থাকে তাদের মিশ্র বা যৌগিক অক্সাইড বলে। যেমন, Fe_3O_4 বা ফেরোসোফেরিক অক্সাইড হল আয়রন (II) অক্সাইড ও আয়রন (III) অক্সাইড এর মিশ্রণ ($Fe_3O_4 = FeO + Fe_2O_3$), Pb_3O_4 বা লেড (II) লেড (IV) অক্সাইড ($Pb_3O_4 = 2PbO + PbO_2$ এর মিশ্রণ।)

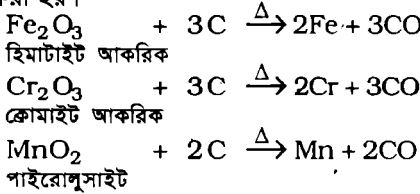
ব্যাখ্যা : মিশ্র বা যৌগিক অক্সাইড এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় দুটি লবণ গঠন করে এবং উক্ত দুটি লবণে ধাতুর দুটি ভিন্ন জারণ অবস্থা থাকে। যেমন, ফেরোসোফেরিক অক্সাইড (Fe_3O_4) হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় ফেরাস ক্লোরাইড ($FeCl_2$) ও ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) লবণ উৎপন্ন করে। ফেরাস ক্লোরাইডে আয়রনের জারণ অবস্থা + 2 এবং ফেরিক ক্লোরাইডে আয়রনের জারণ অবস্থা + 3 হয়। যেমন,

$$Fe_3O_4(s) + 8HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + 2FeCl_3(aq) + 4H_2O(l)$$

১.৪৮ অক্সাইডসমূহের অর্থনৈতিক গুরুত্ব (Economic importance of oxides)

বিভিন্ন শিল্পে বিভিন্ন ধাতুর অক্সাইড ও অধাতুর অক্সাইড প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। এরূপ ব্যবহৃত কিছু অক্সাইড সম্বন্ধে আলোচনা করা হল।

১। ধাতব অক্সাইড আকরিক : প্রকৃতিতে বিভিন্ন ধাতুর অক্সাইড খনিজরূপে পাওয়া যায়। এসব ধাতব অক্সাইড মূলত আয়নিক যৌগ। খনিতে প্রাপ্ত অজৈব যৌগসমূহ থেকে কম খরচে ও অর্থনৈতিক লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা সম্ভব হলে ঐ সব খনিজ পদার্থকে ধাতুর আকরিক বলা হয়। এরূপ আকরিকের মধ্যে অক্সাইড আকরিক বেশ গুরুত্বপূর্ণ। লৌহ, ক্রোমিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ প্রভৃতি ধাতুকে তাদের অক্সাইড আকরিক থেকে কার্বন বিজারণ দ্বারা নিষ্কাশন করা হয়।



২। বহুমূল্য রত্নপাথররূপে ধাতুর অক্সাইড : অ্যালুমিনিয়ামের অন্যতম আকরিক কোরাভাম (Al_2O_3) থেকে বিভিন্ন মূল্যবান রত্নপাথর পাওয়া যায়। কোরাভামের মধ্যে 1.5% ফেরোসোফেরিক অক্সাইড (Fe_3O_4), 0.5% টাইট্যানিয়াম অক্সাইড (TiO_2) ও অবশিষ্ট 98% Al_2O_3 থাকলে এর বর্ণ নীল হয়। তখন তাকে নীলকান্ত মণি বা সোফায়ার স্টোন (sapphire stone) বলা হয়। আবার 97.5% Al_2O_3 এর সাথে 2.5% ক্রোমিয়াম অক্সাইড মিশ্রিত থাকলে তাকে রুবি পাথর (Ruby stone) বলা হয়। এর বর্ণ লাল হওয়ায় একে লাল চুনী পাথরও বলে।

৩। সিমেন্ট প্রস্তুতিতে : সিমেন্টের সংযুক্তির মধ্যে থাকে লাইম বা চুন (CaO) 62%, সিলিকা (SiO_2) 22%, অ্যালুমিনা (Al_2O_3) 7.5%, আয়রন অক্সাইড (Fe_2O_3) 2.5%, ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO) 2.5% এছাড়া সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3) 1.5% থাকে। এ সব অক্সাইডের উৎস হিসেবে চূনাপাথর ($CaCO_3$), চায়না ক্লে বা কেউলিন ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) এবং জিপসাম ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয়।

৪। এসিড শিল্পে : অধাতুর উচ্চতর অক্সাইডগুলো পানির সাথে যুক্ত হয়ে অক্সো এসিড উৎপন্ন করে। তাই সালফার ট্রাইঅক্সাইড থেকে সালফিউরিক এসিড ও নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2) থেকে নাইট্রিক এসিড উৎপাদন করা হয়।



৫। জ্বালানি হিসেবে শিল্পক্ষেত্রে প্রডিউচার গ্যাস ($2CO + N_2$) ও ওয়াটার গ্যাস ($H_2 + CO$) ব্যবহৃত হয়। এদের প্রত্যেকটিতে কার্বন মনোঅক্সাইড থাকে; কার্বন মনোঅক্সাইডের দহনে তাপ উৎপন্ন হয়।

৬। কয়েকটি ধাতব অক্সাইডের ব্যবহার নিয়ে উল্লেখ করা হল

(ক) জিংক অক্সাইড (ZnO)

ব্যবহার : (১) জিংক অক্সাইড 'চাইনিজ হোয়াইট' নামে সাদা রং হিসেবে ব্যবহৃত হয়; এটা H_2S এর সংস্পর্শে কালো বর্ণ হয় না (কারণ উৎপন্ন ZnS এর বর্ণও সাদা); তাই এটা শ্বেত সীসা হতেও অধিক পছন্দনীয়। (২) চর্মরোগের মলম প্রস্তুতিতে ZnO ব্যবহৃত হয়। (৩) দস্ত চিকিৎসায় ফিলাররূপে, রাবার শিল্পে অয়েলরুথ ও এনামেল প্রস্তুতির কাজে পরিপূরকরূপে জিংক অক্সাইড দরকার হয়। (৪) রঞ্জন শিল্পে রিনম্যান-গ্রিন নামক বিশেষ ধরনের সবুজ রং প্রস্তুতিতে এবং অতি বেগুনি রশ্মির প্রতি অস্বচ্ছ হওয়ায় রৌদ্র-দহ প্রতিরোধকরূপে প্রসাধনী দ্রব্যে জিংক অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। (৫) যাত্রা, থিয়েটার ও চলচ্চিত্রের অভিনেত্রীদের সাজ-প্রসাধনীরূপে ZnO ব্যবহৃত হয়।

(খ) চুন বা কুইক লাইম (lime) (CaO)

ব্যবহার : (১) কলিচুন $[Ca(OH)_2]$ উৎপাদনে, (২) নিরুদকরূপে আর্দ্র গ্যাস শুষ্ককরণে; (৩) ধাতু নিষ্কাশনে বিগালকরূপে; (৪) কাচ শিল্পে, চিনি বিশোধনে ও চর্ম শিল্পে পশু চামড়ার কেশ দুরীকরণে; (৫) সোডালাইম ও ক্যালসিয়াম কার্বাইড প্রস্তুতিতে চুন ব্যবহৃত হয়।

(গ) কিউপ্রাস অক্সাইড বা কপার (I) অক্সাইড (Cu_2O)

ব্যবহার : (১) লাল রুবি গ্রাস, (২) মরিচারোধী পেইন্ট, (৩) মিনা করার কাজে বা এনামেল করার কাজে এবং (৪) রেকটিফায়ার প্রস্তুতিতে কিউপ্রাস অক্সাইড ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) কিউপ্রিক অক্সাইড বা কপার (II) অক্সাইড (CuO)

ব্যবহার : (১) বিষাক্ত গ্যাস প্রতিরোধক মুখোশে, নীল ও সবুজ কাচ প্রস্তুত করতে, (২) পেটোলিয়াম থেকে সালফার দূর করতে এবং (৩) পরীক্ষাগারে জারক হিসেবে কিউপ্রিক অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) সোডিয়াম পার অক্সাইড (Na_2O_2)

ব্যবহার : (১) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড প্রস্তুতিতে, (২) ডুবোজাহাজ ও উডোজাহাজের বন্দ্ব জায়গায় CO_2 কে অক্সিজেনে পরিণত করতে Na_2O_2 ব্যবহৃত হয়। (৩) গবেষণাগারে জারক হিসেবে এবং (৪) উল, সিল্ক ইত্যাদি কোমল জিনিসকে বিরঞ্জন করতে সোডিয়াম পার অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

(চ) লেড মনোঅক্সাইড বা লিথার্জ বা ম্যাসিকট, PbO

ব্যবহার : লেড মনোঅক্সাইড বা লিথার্জ এর ক্ষারকীয় ধর্মের জন্য (১) ফ্লিন্ট গ্রাস, চীনামাটির বাসনপত্রের ওপর এনামেল প্রলেপ দিতে এবং (২) নানাবিধ লেড যৌগ প্রস্তুত করতে ব্যবহৃত হয়। এ ছাড়া (৩) শুষ্ককারক হিসেবে; রং ও বার্নিশ প্রস্তুতিতে লেড মনোঅক্সাইড ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(ছ) টাইপ্রাসমিক টেট্রাঅক্সাইড, Pb_3O_4 : রেড লেড বা মিনিয়াম :

ব্যবহার : (১) সিঁদুর ও রং হিসেবে; (২) ফ্লিন্ট কাচ ও দিয়াশলাই প্রস্তুতিতে রেড লেড ব্যবহৃত হয়। (৩) তিসির তৈল ও রেড লেডের সংমিশ্রণে প্রস্তুত 'সিমেন্ট' গ্যাস পাইপ ও স্টিম পাইপ সংযুক্তকরণ কাজে ব্যবহৃত হয়। (৪) তৈল রঙের শুষ্ককারক হিসেবে এবং (৫) পরীক্ষাগারে জারক হিসেবে রেড লেড ব্যবহৃত হয়।

(জ) লৌহের অক্সাইডসমূহ (FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4) :

ব্যবহার : (১) ফেরাস অক্সাইড বা আয়রন (II) অক্সাইড (FeO) সবুজ বর্ণের কাচ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। (২) ফেরিক অক্সাইড বা আয়রন (III) অক্সাইড বাজারে রেড অক্সাইড বা জুয়েলার বর্জ্য বা বুজ পাউডার নামে পরিচিত। এটা দালানের লাল রং করতে এবং টিনে বার্নিশ ও তারপিন তৈলের সঙ্গে মরিচারোধী প্রলেপ দিতে ব্যবহৃত হয়। স্বর্ণালংকার পালিশ কাজে 'রুজ' (rouge) পাউডার নামে রেড অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। কসমেটিকে 'ভেনেসীয়-রেড' নামের লাল রংরূপে ফেরিক অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। প্রভাবকরূপে Fe_2O_3 ব্যবহৃত হয়। (৩) ফেরোসোফেরিক অক্সাইড বা ম্যাগনেটিক অক্সাইড, Fe_3O_4 প্রকৃতিতে 'ম্যাগনেটাইট' ও 'লোডস্টোন' নামে চক্চকে কালো বর্ণের পাউডাররূপে পাওয়া যায়।

ফেরোসোফেরিক অক্সাইড উচ্চ গলনাঙ্কবিশিষ্ট এবং O_2 ও Cl_2 দ্বারা আক্রান্ত হয় না। তাই তড়িৎ-বিশ্লেষণে ইলেক্ট্রোড তৈরিতে ও আর্ক-আলো (arc-light) উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

(ঝ) ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড বা ম্যাগনেসিয়া (MgO) :

ব্যবহার : (১) এন্টাসিড হিসেবে অল্পরোগে এর ব্যবহার আছে। (২) অগ্নিসহ ইট ও ক্লসিবল প্রস্তুত করতে তীব্র ভস্মীভূত ম্যাগনেসিয়া (MgO) ব্যবহৃত হয়। এর সূক্ষ্ম ছিদ্রে বায়ু আবদ্ধ থাকে বলে এর সাথে অ্যাসবেস্টস একত্রে মিশিয়ে স্টিম-পাইপ লাইনে তাপবিকিরণ প্রতিরোধক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৭। কিছু অধাতব অক্সাইডের ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হল

অধাতব অক্সাইডের মধ্যে সবচেয়ে অধিক ব্যবহৃত অক্সাইড হল সিলিকা বা সিলিকন ডাইঅক্সাইড (SiO₂)। কাচ শিল্পে সিলিকা অধিক ব্যবহৃত হয়। এছাড়া ধাতু নিষ্কাশনে বিগালকরূপে, পোর্সেলিন, সিলিকা ইট এবং সিলিকন কার্বাইড প্রস্তুত করতে সিলিকা ব্যবহৃত হয়।

কাচ শিল্পে সিলিকার পরিবর্তে অম্লীয় অক্সাইডরূপে বোরন টাইঅক্সাইড (B₂O₃), ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড (P₂O₅), আর্সেনিয়াস অক্সাইড (As₂O₃) ব্যবহৃত হয়।

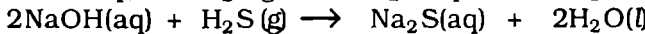
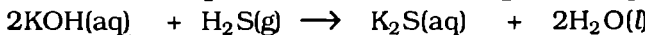
১.৪৯ সালফাইডসমূহ (Different sulphides)

বিভিন্ন ধাতুর সাথে সালফার আয়নিক বন্ধন অথবা সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে ধাতব সালফাইড গঠন করে। গ্রুপ-IA ও গ্রুপ-IIA এর ধাতুর সাথে সালফার আয়নিক যৌগ এবং অন্যান্য গ্রুপের ধাতুর সাথে সমযোজী বন্ধনে সালফাইড গঠন করতে চায়। এর কারণ সালফাইড আয়ন (S²⁻) এর আকার বড়। বিভিন্ন ধাতব সালফাইড বিভিন্ন খনিতে খনিজরূপে পাওয়া যায়। যেমন,

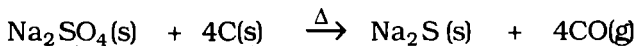
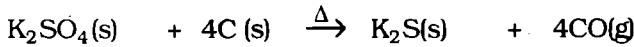
ধাতব সালফাইডসমূহ

K } Na }	এসব ধাতুর সালফাইড (K ₂ S, Na ₂ S) } পানিতে দ্রবণীয়।	}	অম্লীয় দ্রবণে এসব ধাতব সালফাইড দ্রবণীয় অর্থাৎ অধঃক্ষিপ্ত হয় না।
Ca } Mg } Zn } Fe } Pb } Cu }	এসব ধাতুর সালফাইড (CaS, MgS, ZnS, FeS, PbS, CuS) } পানিতে অদ্রবণীয়।	}	অম্লীয় দ্রবণে এসব ধাতব সালফাইড (PbS, CuS) অদ্রবণীয় অর্থাৎ অধঃক্ষিপ্ত হয়।

(১) পটাসিয়াম সালফাইড ও সোডিয়াম সালফাইড (K₂S, Na₂S) : পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড (KOH) ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) দ্রবণকে H₂S গ্যাস দ্বারা প্রশমিত করে K₂S এবং Na₂S লবণ প্রস্তুত করা যায়।

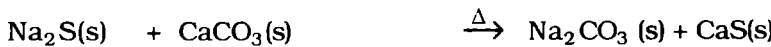
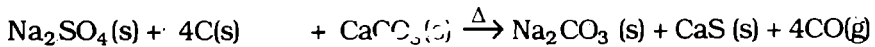


শিল্পক্ষেত্রে সালফেট লবণকে কোক কার্বনসহ উত্তপ্ত করে K₂S এবং Na₂S উৎপাদন করা হয়।



ব্যবহার : (১) স্থায়ী পাকা রং (fast dyes) প্রস্তুতিতে এবং (২) পশুর চামড়া থেকে কেশ দূর করার কাজে ক্ষার ধাতুর সালফাইড K₂S, Na₂S ব্যবহৃত হয়।

(২) ক্যালসিয়াম সালফাইড (CaS) : সোডিয়াম সালফেট, কার্বন গুঁড়া ও চূনাপাথরের মিশ্রণকে অথবা সোডিয়াম সালফাইড ও ক্যালসিয়াম কার্বনেটের মিশ্রণকে প্রায় 1000° C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে Na₂CO₃ এবং ক্যালসিয়াম সালফাইড উৎপন্ন হয়।



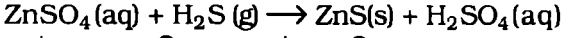
বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন ব্ল্যাক অ্যাস (Na₂CO₃ + CaS) গুঁড়া করে গরম পানিতে মেশালে Na₂CO₃-এর দ্রবণ ও CaS এর অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।

ক্যালসিয়াম সালফাইডের মধ্যে 0.01% বিসমাথ ধাতু মিশ্রিত থাকলে ঐ CaS অনুপ্রভ (Phosphorescent) হয়ে থাকে। অর্থাৎ ঐ CaS-এর ওপর আলো পড়লে বেগুনি বর্ণের আলো বিকিরিত হয়।

(৩) জিংক সালফাইড (ZnS) : খনিতে 'জিংক ব্লান্ড' নামে জিংক সালফাইড পাওয়া যায়। জিংক ধাতু থেকে

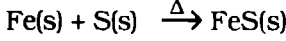
জিংক ধাতু নিষ্কাশন করা হয়।

জিংক লবণের নিরপেক্ষ বা ক্ষারীয় দ্রবণে H₂S গ্যাস চালনা করলে জিংক সালফাইড (ZnS) অবক্ষিপ্ত হয়।



ক্যালসিয়াম সালফাইডের ন্যায় জিংক সালফাইডেও বিশেষ অবস্থায় অনুপ্রভ ধর্ম প্রকাশ পায়। যেমন, দশ কোটি ভাগ ZnS-এর মধ্যে এক ভাগ রেডিয়াম লবণ মিশ্রিত করে ঘড়ির ডায়ালিং-এর ওপর অনুপ্রভ চিত্রণ করা হয়।

(৪) আয়রন (II) সালফাইড (FeS) : আয়রন ও সালফার গুঁড়ার ৫৬ : ৩২ অনুপাতের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে কালো বর্ণের আয়রন (II) সালফাইড বা ফেরাস সালফাইড উৎপন্ন হয়।



হাইড্রোজেন সালফাইড (H₂S) গ্যাস প্রস্তুতিতে FeS গুঁড়া ব্যবহৃত হয়।

আয়রন (II) ডাইসালফাইড (FeS₂) : খনিতে আয়রন পাইরাইটস নামে এটা পাওয়া যায়। সালফার ডাই অক্সাইড উৎপাদনের সুলভ উৎসরূপে আয়রন পাইরাইটস (FeS₂) শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

খনিজরূপে ধাতব সালফাইড :

এ সব খনিজ ধাতব সালফাইড থেকে অর্থনৈতিক লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়; তাই এ সব খনিজ ধাতব সালফাইড যৌগকে আকরিক (ores) বলা হয়। [উল্লেখ্য, FeS₂ থেকে লৌহ নিষ্কাশন করা হয় না।]

- | | |
|--|--|
| ১। কপার পাইরাইটস (Copper Pyrites) Cu ₂ S.Fe ₂ S ₃ | ৪। গ্যালেনা (Galena) PbS |
| ২। আয়রন পাইরাইটস (Iron Pyrites) FeS ₂ | ৫। সিনাবার (Cinnabar) HgS |
| ৩। জিংক ব্লান্ড (Zinc blende) ZnS | ৬। অরপিমেট (Orpiment) As ₂ S ₃ |

১.৫০ সালফাইড আকরিকের অর্থনৈতিক গুরুত্ব (Economic importance of sulphide ores)

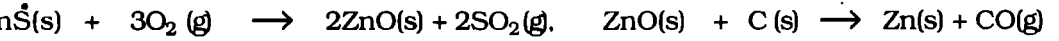
১। কপার পাইরাইটস (Cu₂S.Fe₂S₃) থেকে কপার ধাতু নিষ্কাশন করা হয়।

২। আয়রন পাইরাইটস (FeS₂) থেকে সালফার ডাইঅক্সাইড উৎপাদন করা হয়। পরে ঐ সালফার ডাই অক্সাইড থেকে সালফিউরিক এসিড প্রস্তুত করা হয়। যেমন,

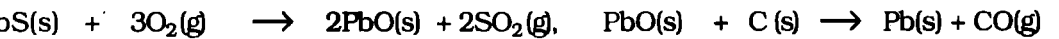
$$4\text{FeS}_2(\text{s}) + 11\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 8\text{SO}_2(\text{g}); \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$$

$$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g}), \quad \text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$$

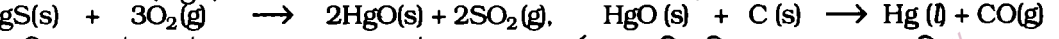
৩। জিংক ব্লান্ড (ZnS) থেকে জিংক ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। যেমন,



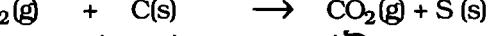
৪। গ্যালেনা (PbS) আকরিক থেকে লেড ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। যেমন,



৫। সিনাবার (HgS) আকরিক থেকে পারদ নিষ্কাশন করা হয়। যেমন,



প্রতি ক্ষেত্রে উৎপন্ন উপজাত SO₂ গ্যাসকে উত্তপ্ত কোক কার্বন দ্বারা বিজারিত করে সালফারে পরিণত করা যায়।



১.৫১ সালফারের অক্সাইডসমূহ (Oxides of sulphur)

সালফারের দুটি প্রধান অক্সাইড হল-

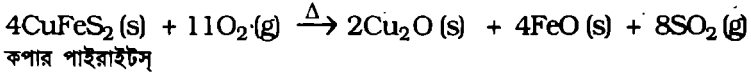
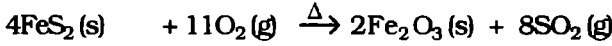
- 1C সালফার ডাইঅক্সাইড বা সালফার (IV) অক্সাইড, SO₂
2C সালফার ট্রাইঅক্সাইড বা সালফার (VI) অক্সাইড, SO₃

১.৫২ সালফার ডাইঅক্সাইড SO₂ (Sulphur dioxide)

(ক) সালফার ডাইঅক্সাইডের উৎসসমূহ

(১) সালফারকে বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে : S(s) + O₂(g) → SO₂(g)

(২) আয়রন পাইরাইটস (FeS₂) কে তাপজারিত করে অথবা সালফাইড আকরিক যেমন, কপার পাইরাইটস থেকে ধাতু নিষ্কাশনকালে সালফাইড আকরিকের তাপজারণে SO₂ উপজাতরূপে পাওয়া যায়।

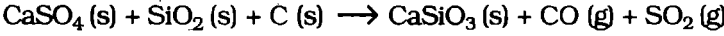


(৩) ক্রুড অয়েল থেকে প্রাপ্ত H_2S গ্যাসকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে;



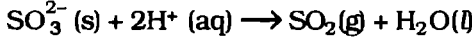
(৪) সিমেন্ট উৎপাদনকালে, অ্যানহাইড্রাইট আকরিক (CaSO_4), সিলিকা ও কোকের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয়।

তখন CaSiO_3 ও সালফার ডাইঅক্সাইড উপজাতরূপে পাওয়া যায়।



(খ) সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী

১। সুবিধাজনকভাবে সালফাইট লবণ ও লঘু খনিজ এসিডের বিক্রিয়ার ফলে সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস প্রস্তুত করা যায়। সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস বায়ু অপেক্ষা ভারী, তাই বায়ুর উর্ধ্বমুখী অপসারণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন SO_2 গ্যাসকে গ্যাসজারে সঞ্চার করা হয়।



(গ) পরীক্ষাগারে SO_2 গ্যাস প্রস্তুতি

মূলনীতি : কপার-কুচি ও গাঢ় H_2SO_4 এসিডের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে সালফার ডাইঅক্সাইড (SO_2) প্রস্তুত করা হয়। জারণধর্মী গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা কপার জারিত হয়ে প্রথমে ক্ষারকীয় কপার (II) অক্সাইড ও পরে অধিক H_2SO_4 এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে কপার (II) সালফেট ও পানি উৎপন্ন করে। অপরদিকে কপার দ্বারা H_2SO_4 বিজারিত হয়ে SO_2 গ্যাসে পরিণত হয়।



গন্ধতির বর্ণনা : একটি গোলতলী ফ্লাস্কে অল্প কপার কুচি নিয়ে ছিপির সাহায্যে এর মুখে একটি খিসল ফানেল

ও একটি নির্গম নল যুক্ত করা হয়। ফ্লাস্কটিকে একটি

তার জালির ওপর রেখে ক্র্যাম্পের সাহায্যে একে একটি

স্ট্যান্ডের সাথে যুক্ত করা হয়। নির্গম নলের অপর

প্রান্তকে একটি উর্ধ্বমুখী গ্যাসজারের মধ্যে প্রবিষ্ট রাখা

হয়।

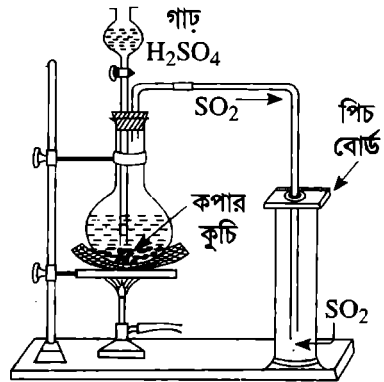
এখন খিসল ফানেলের মধ্য দিয়ে গাঢ় সালফিউরিক

এসিড ঢেলে মিশ্রণটিকে বুনসেন বার্নার দ্বারা উত্তপ্ত করা

হয়। ফলে বৃদ্ধবৃদ্ধ SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হতে থাকে।

তখন তাপ প্রয়োগ বন্ধ করা হয়। উৎপন্ন গ্যাসকে বায়ুর

উর্ধ্বমুখী অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সঞ্চার করা হয়।



চিত্র ১.২১ : পরীক্ষাগারে SO_2 গ্যাস প্রস্তুতি।

বিশোধন : উৎপন্ন গ্যাসের সাথে অপদ্রব্য হিসেবে পানি বাষ্প ও কিছু সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3) মিশ্রিত থাকে। তখন নির্গত গ্যাসটিকে ধোঁয়াটে দেখায়। এ গ্যাসকে গাঢ় H_2SO_4 পূর্ণ ওয়াশ বোতলের মধ্য দিয়ে চালনা করলে SO_3 ও পানি বাষ্প শোষিত হয়। নির্গত অনার্দ্র SO_2 গ্যাসকে গ্যাসজারে সঞ্চার করা হয়।

(ঘ) সালফার ডাইঅক্সাইডের ধর্ম

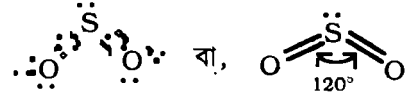
(১) ভৌত অবস্থা : সালফার ডাইঅক্সাইড বর্ণহীন, শ্বাসরোধক গন্ধযুক্ত গ্যাস। (২) দ্রাব্যতা : SO_2 পানিতে অতিমাত্রায় দ্রবণীয়। কারণ, SO_2 পানির সাথে বিক্রিয়া করে সালফিউরাস এসিড (H_2SO_3) উৎপন্ন করে।

(৩) আপেক্ষিক ঘনত্ব : SO_2 গ্যাস বায়ু অপেক্ষা প্রায় $2\frac{1}{4}$ গুণ ভারী, কেননা বায়ুর ঘনত্ব 14.4 এবং SO_2 এর ঘনত্ব 32। যেহেতু SO_2 এর আঃ ভর + 2 = $(64 \div 2) = 32$ ।

৪। SO₂ গ্যাস কক্ষতাপমাত্রায় ও তিন বায়ু চাপে তরলীভূত হয় এবং তরল SO₃-এর স্ফুটনাঙ্ক হল -10° C।

৫। SO₂ এর গাঠনিক সংকেত পাঁর্থে দেখানো হল। এতে

সালফার ও অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে দ্বিবন্ধন আছে। সালফার পরমাণু এর d অরবিটালে ইলেকটন স্তানান্তরিত করে এর যোজ্যতা শেলে দশটি ইলেকটন গ্রহণ করেছে।



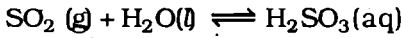
চিত্র ১.২২ : SO₂ এর গঠন

ফলে সালফার ডাইঅক্সাইডে সালফার এর 'সম্প্রসারিত অকটেট' (expanded its octet) লাভ করেছে।

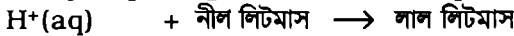
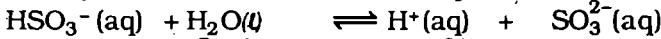
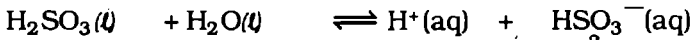
১.৫৩ SO₂ গ্যাস, সালফিউরাস এসিড ও সালফাইট-এর বিক্রিয়া (Reactions of SO₂, H₂SO₃ and sulphite)

(ক) SO₂ এর অল্পধর্ম :

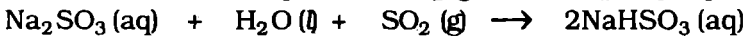
১। পানির সাথে ক্রিয়া : সালফার ডাইঅক্সাইড (SO₂) পানিতে দ্রবীভূত হয়ে সালফিউরাস এসিড (H₂SO₃) উৎপন্ন করে।



সালফিউরাস এসিড দুর্বল এসিড; পানিতে H₂SO₃ আয়নিত হয়ে হাইড্রোজেন আয়ন (H⁺), হাইড্রোজেন সালফাইট (HSO₃⁻) আয়ন ও সালফাইট (SO₃²⁻) আয়ন উৎপন্ন করে। দ্রবণে H⁺ আয়ন উৎপন্ন করায় SO₂-এর জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে।

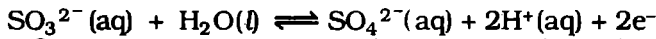


২। ক্ষারকের সাথে বিক্রিয়া : SO₂-এর সাথে ক্ষারকের বিক্রিয়ায় সালফাইট লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। যেমন, (i) কস্টিক সোডার দ্রবণে SO₂ গ্যাস দ্রবণীয় সোডিয়াম সালফাইট (Na₂SO₃) লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। পরে ঐ Na₂SO₃ অধিক পরিমাণ SO₂ ও পানির সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইট (NaHSO₃) নামক অম্লীয় লবণ উৎপন্ন করে।



(খ) SO₂ এর বিজারণ ধর্ম :

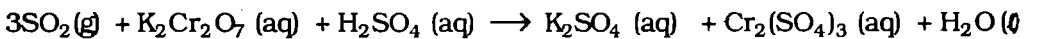
আর্দ্র সালফার ডাইঅক্সাইড বা সালফিউরাস এসিড (H₂SO₃) ও সালফাইট লবণসমূহ ইলেকট্রন ত্যাগ করে সালফেট আয়নে পরিণত হয় অর্থাৎ বিজারকরূপে ক্রিয়া করে। তখন SO₂ গ্যাস বা সালফাইট আয়ন (SO₃²⁻) এ S এর জারণ সংখ্যা + 4 থেকে বৃদ্ধি পেয়ে উৎপন্ন সালফেট (SO₄²⁻) আয়নে হয়। যেমন,



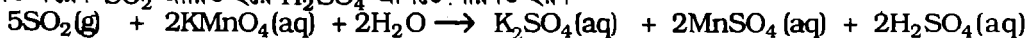
তাই সালফাইট আয়নকে নিম্নোক্ত জারক যেমন, ম্যাঙ্গানোট (VII) আয়ন, ডাইক্রোমেট (VI) আয়ন, ক্লোরিন, আয়রন (III) আয়ন ইত্যাদি জারিত করে।

এসব বিক্রিয়ায় কমলা বর্ণের ডাইক্রোমেট (VI) আয়নের দ্রবণ বিজারিত হয়ে হালকা নীল বর্ণের ক্রোমিয়াম আয়নের দ্রবণ এবং ম্যাঙ্গানোট (VII) আয়নের বেগুনি বর্ণ দূরীভূত হয়ে হালকা গোলাপী ম্যাঙ্গানাস আয়ন উৎপন্ন হয়। তাই এসব বিক্রিয়া সালফার ডাইঅক্সাইড শনাক্তকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়। আবার HI দ্রবণ ও H₂S দ্রবণ SO₂ এর চেয়ে অধিক শক্তিশালী বিজারক। তাই এসব শক্তিশালী বিজারক দ্বারা SO₂ বিজারিত হয়ে সালফারে পরিণত হয়। যেমন,

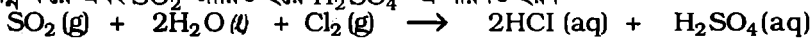
৩। অম্লীয় K₂Cr₂O₇ দ্রবণের সাথে SO₂ : লঘু H₂SO₄ মিশ্রিত কমলা বর্ণের পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট (K₂Cr₂O₇) এর দ্রবণে SO₂ গ্যাস চালনা করলে K₂Cr₂O₇ বিজারিত হয়ে বর্ণহীন K₂SO₄ ও হালকা নীল বর্ণের ক্রোমিয়াম সালফেট Cr₂(SO₄)₃ এর দ্রবণে পরিণত করে।



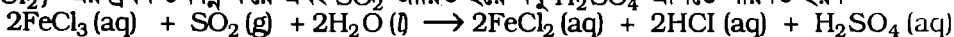
৪। নিরপেক্ষ $KMnO_4$ দ্রবণের সাথে SO_2 : বেগুনি বর্ণের পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) এর লঘু দ্রবণকে SO_2 গ্যাস বিজারিত করে বর্ণহীন K_2SO_4 ও হালকা গোলাপী ম্যাঙ্গানাস সালফেট $MnSO_4$ এর দ্রবণে পরিণত করে। SO_2 জারিত হয়ে H_2SO_4 এসিডে পরিণত হয়।



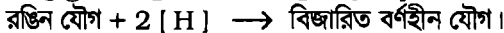
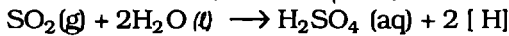
৫। হ্যালোজেনের সাথে SO_2 : হ্যালোজেন যেমন, ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন-এর পানিতে SO_2 -গ্যাস চালনা করলে Cl_2 , Br_2 , I_2 দ্রবণ SO_2 দ্বারা বিজারিত হয়ে বর্ণহীন হ্যালোজেন হাইড্রোসালফিট যেমন, HCl , HBr , HI এসিডের দ্রবণ উৎপন্ন করে এবং SO_2 জারিত হয়ে H_2SO_4 -এ পরিণত হয়।



৬। ফেরিক লবণের দ্রবণের সাথে SO_2 : ফেরিক লবণ যেমন, ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$)-এর হলুদ বর্ণের জলীয় দ্রবণে SO_2 গ্যাস চালনা করলে $FeCl_3$ বিজারিত হয়ে লঘু HCl ও সবুজ বর্ণের ফেরাস ক্লোরাইড ($FeCl_2$)-এর দ্রবণ উৎপন্ন করে এবং SO_2 জারিত হয়ে লঘু H_2SO_4 এসিডে পরিণত হয়।



৭। SO_2 এর বিরঞ্জন ক্রিয়া : পানির উপস্থিতিতে SO_2 রঙিন বস্তু ও উদ্ভিজ্জ রঙিন বস্তুকে বর্ণহীন করতে পারে। SO_2 পানির সাথে বিক্রিয়ায় জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে, যা রঙিন বস্তুকে বিজারণের মাধ্যমে বর্ণহীন যৌগে পরিণত করে।

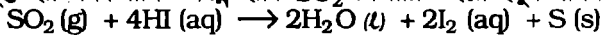


যেহেতু SO_2 ও H_2O এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা বিরঞ্জন ক্রিয়া ঘটে; সেহেতু SO_2 শুষ্ক অবস্থায় বা পানির অনুপস্থিতিতে বিরঞ্জকরূপে ক্রিয়া করে না।

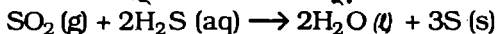
(গ) SO_2 এর জারণ ধর্ম :

শক্তিশালী বিজারক HI এর আয়োডাইড আয়ন (I^-) ও H_2S এর সালফাইড আয়ন (S^{2-}) থেকে SO_2 জারকরূপে ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে সালফারে পরিণত হয়। তখন SO_2 এ S এর জারণ সংখ্যা + 4 থেকে ত্রাস পেয়ে উৎপন্ন সালফারে 0 (শূন্য) হয়।

৮। HI দ্রবণের সাথে SO_2 : বিজারণধর্মী হাইড্রায়োডিক (HI) এসিডের জলীয় দ্রবণ SO_2 দ্বারা জারণের ফলে HI হতে আয়োডিন বিমুক্ত হয় এবং পানি উৎপন্ন হয়। SO_2 বিজারিত হয়ে হলুদ সালফার গুঁড়ায় পরিণত হয়।



৯। H_2S দ্রবণের সাথে SO_2 : বিজারক হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) এর জলীয় দ্রবণে SO_2 গ্যাস চালনা করলে H_2S জারিত হয়ে পানি ও হলুদ বর্ণের সালফার গুঁড়ায় পরিণত হয়। অপরদিকে SO_2 বিজারিত হয়ে সালফারে পরিণত হয়।



১.৫৩.১ SO_2 এর ব্যবহার (Uses of SO_2)

SO_2 গ্যাসের উল্লেখযোগ্য ব্যবহারগুলো হল :

(১) কাগজের মড (wood pulp) ত্রিচিং করার কাজে SO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

(২) খাদ্যদ্রব্য যেমন জেম, ফলের রস, চিন-বস্ম খাবার ইত্যাদি ব্যাকটেরিয়া মুক্ত রাখতে প্রিজারভ্যাটিভ (preservative) হিসেবে SO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

(৩) শিশুদের ফিডিং বোতল জীবাণুমুক্ত করার জন্য SO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

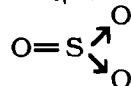
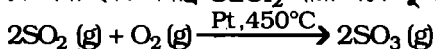
(৪) স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে SO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

১.৫৪ সালফার ট্রাইঅক্সাইড বা সালফার (VI) অক্সাইড, (SO_3)

(Sulphur trioxide or Sulphur (IV) oxide)

(ক) প্রস্তুতি : প্রায় $450 - 500^\circ C$ তাপমাত্রায় উষ্ণত প্লাটিনাম অ্যাসবেস্টস প্রভাবকের মধ্যে শুষ্ক সালফার ডাইঅক্সাইড ও শুষ্ক অক্সিজেন গ্যাস চালনা করলে সালফার ট্রাইঅক্সাইডের সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। একে ফ্রিজিং মিকচার (বরফ + অন্ন $NaCl$ মিশ্রণ) দ্বারা শীতল করলে সূচালু কেলাসরূপে

শীতকে জমা হয়। অনার্দ্র $CaCl_2$ দ্বারা একে শুষ্ক করা হয়।



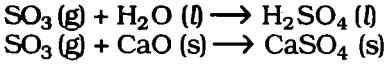
চিত্র ১.২৩ : মনোমার

SO_3 গ্যাস

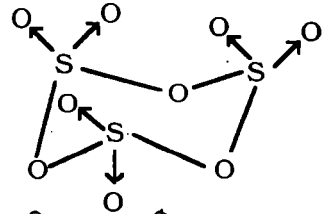
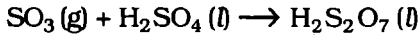
(খ) সালফার ট্রাইঅক্সাইডের ধর্ম

(১) সালফার ট্রাইঅক্সাইড গ্যাসীয় অবস্থায় মনোমার (SO₃) রূপে এবং কঠিন অবস্থায় টাইমার [(SO₃)₃] রূপে থাকে। (২) SO₃ একটি প্রবল পানিগ্রাহী কঠিন কেলাসাকার পদার্থ।

(৩) সালফার ট্রাইঅক্সাইড হল অম্লীয় অক্সাইড। এটা আর্দ্র বাতাসের জলীয় বাষ্প শোষণ করে H₂SO₄-এর ধোঁয়া সৃষ্টি করে। স্ফারকের সাথে লবণ তৈরি করে।



(৪) বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড SO₃ কে শোষণ করে ধূমায়িত সালফিউরিক এসিড বা অলিয়াম (H₂S₂O₇) উৎপন্ন করে।



চিত্র ১.২৪ : কঠিন অবস্থায় টাইমার (SO₃)₃

সালফার ট্রাইঅক্সাইড বা সালফার (VI) অক্সাইড হল একটি জারক। এটা সালফিউরিক (VI) এসিডের আনহাইড্রাইড হওয়ায় SO₃ গাঢ় H₂SO₄-এর অনুরূপ জারণ বিক্রিয়াসমূহ দিয়ে থাকে।

সারণি ১.৮ : সালফার (IV) অক্সাইড (SO₂) ও সালফার (VI) অক্সাইড (SO₃) এর তুলনা

সালফার ডাইঅক্সাইড বা সালফার (IV) অক্সাইড, SO ₂	সালফার ট্রাইঅক্সাইড বা সালফার (VI) অক্সাইড, SO ₃
১। সালফার (IV) অক্সাইড বর্ণহীন গ্যাস।	১। সালফার (VI) অক্সাইড কঠিন; কিন্তু উদ্বায়ী।
২। বাতাসে ধোঁয়া সৃষ্টি করে। এর ঝাঁঝালো গন্ধ আছে।	২। বাতাসে ধোঁয়া সৃষ্টি করে। এর ঝাঁঝালো গন্ধ আছে।
৩। পানিতে SO ₂ খুব বেশি দ্রবণীয়।	৩। পানিতে SO ₃ খুব বেশি দ্রবণীয়।
৪। SO ₂ পানিতে সালফিউরাস এসিড (H ₂ SO ₃) উৎপন্ন করে। উৎপন্ন H ₂ SO ₃ দুর্বল এসিড।	৪। SO ₃ পানিতে সালফিউরিক এসিড (H ₂ SO ₄) উৎপন্ন করে। উৎপন্ন H ₂ SO ₄ সবল এসিড।
৫। SO ₂ হল মূলত বিজারক পদার্থ। এর দ্রবণে, (i) Fe ³⁺ (aq) + e ⁻ → Fe ²⁺ (aq) (ii) উত্তপ্ত 2SO ₂ (g) + O ₂ (g) → 2SO ₃ (g) (iii) গ্যাসীয় SO ₂ (g) + Cl ₂ (g) → SO ₂ Cl ₂ (l)	৫। SO ₃ হল শক্তিশালী জারক পদার্থ। যেমন, SO ₃ -এর দ্রবণে ব্রোমাইড আয়ন জারিত হয়। 2Br ⁻ (aq) → Br ₂ (aq) + 2e ⁻ (aq)

সালফিউরিক এসিড (Sulphuric acid) H₂SO₄

১.৫৫ শিল্পক্ষেত্রে H₂SO₄ এর অবস্থান বা গুরুত্ব
(Importance of H₂SO₄ in industry)

শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত সব রাসায়নিক পদার্থের মধ্যে H₂SO₄-কে “রাসায়নিক দ্রব্যের রাজা” বলা হয়। কারণ প্রায় প্রত্যেক শিল্পে কোন না কোন স্তরে H₂SO₄ এর ব্যবহার আছে। তাই বিভিন্ন দেশের শিল্পোন্নতির খতিয়ানে দেখা যায়—“কোন দেশের বৈষয়িক ও শিল্পোন্নতি সে দেশে ব্যবহৃত H₂SO₄ এর পরিমাণ দ্বারা নির্ধারণ করা যায়।” বর্তমানে পৃথিবীতে বাৎসরিক 12 কোটি টনেরও বেশি H₂SO₄ রাসায়নিক শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

নিম্নে উল্লিখিত উপাত্ত থেকে শিল্পোন্নয়নে সালফিউরিক এসিডের গুরুত্ব অনুধাবন করা সহজ হবে।

1976 সালে সমগ্র পৃথিবীতে প্রায় 11 কোটি 30 লক্ষ টনের মত সালফিউরিক এসিড উৎপাদিত হয়। তন্মধ্যে আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র, সোভিয়েত রাশিয়া ও জাপান—এ তিন দেশে পৃথিবীতে উৎপাদিত সালফিউরিক এসিডের মোট অর্ধেক পরিমাণ উৎপাদন করে। এ থেকে ঐ তিনটি দেশের শিল্পোন্নয়নে সালফিউরিক এসিডের ভূমিকা ও গুরুত্ব বোঝা

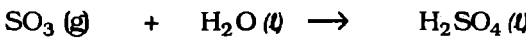
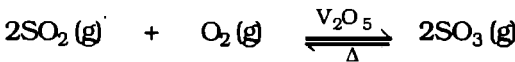
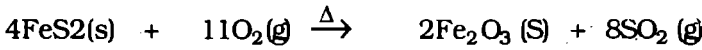
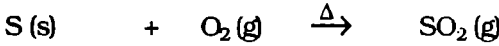
যায়। সালফিউরিক এসিডের ব্যবহারও ক্রমশ প্রতি বছর বেড়ে চলেছে; যেমন, 1976 সালে আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে সালফিউরিক এসিডের উৎপাদন ছিল 2 কোটি 95 লক্ষ টন এবং 1980 সালে তা বেড়ে 3 কোটি 72 লক্ষ টন উৎপাদন সীমায় দাঁড়ায়। আবার বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন শিল্পক্ষেত্রে সালফিউরিক এসিডের ব্যবহারের পরিমাণ হার বিভিন্ন। যেমন, আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে বর্তমানে ব্যবহৃত সালফিউরিক এসিডের 65% সার উৎপাদনে, 5% রাসায়নিক দ্রব্যাদি তৈরিতে, 5% ধাতু নিষ্কাশনে, 5% পেটোলিয়াম শোধনে ব্যবহৃত হয়। অপরদিকে যুক্তরাষ্ট্রে 30% সার উৎপাদনে, 16% রাসায়নিক দ্রব্যাদি তৈরিতে, 2.5% ধাতু নিষ্কাশনে, 1% পেটোলিয়াম শোধনে, 1.8% বিভিন্ন রঞ্জক দ্রব্য উৎপাদনে, 12% সাবান ও সাবান জাতীয় দ্রব্য উৎপাদনে, 10% প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম সূতা উৎপাদনে সালফিউরিক এসিড ব্যবহৃত হয়।

(ক) সালফিউরিক এসিডের ব্যবহার (Uses of sulphuric acid) :

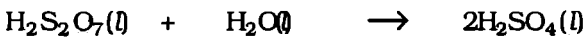
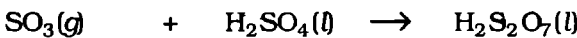
বৃহৎ শিল্পে : (১) অ্যামোনিয়াম সালফেট ও সুপার ফসফেট প্রভৃতি সার উৎপাদনে, (২) পেটোলিয়াম বিশোধনে, (৩) রেনন ও ওষুধ শিল্পে, (৪) তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে Cu ও Zn উৎপাদনে H₂SO₄ বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। ক্ষুদ্র শিল্পে : (৬) ব্যাটারি বা বিদ্যুৎ কোষ প্রস্তুতিতে, (৭) বিভিন্ন প্রকার রং ও রঞ্জন শিল্পে, (৮) গ্লিসারিন, টলুইন, ফেনল প্রভৃতি জৈব যৌগ থেকে বিস্ফোরক প্রস্তুতিতে, (৯) HCl, HNO₃ প্রভৃতি উদ্বায়ী এসিড প্রস্তুতিতে H₂SO₄ ব্যবহৃত হয়। পরীক্ষাগারে : (১০) বিকারক হিসেবেও গাঢ় H₂SO₄ ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

১.৫৬ স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিডের শিল্পোৎপাদন (Manufacture of H₂SO₄ by contact process)

মূলনীতি : স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফার বা আয়রন পাইরাইটস্ সালফাইড খনিজকে উত্তমত বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে প্রথমে সালফার ডাইঅক্সাইড (SO₂) এবং পরে তাকে 450°C তাপমাত্রায় প্রাটিনাম গুঁড়া বা ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অধিক জারিত করে সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO₃) গ্যাস উৎপাদন করা হয়। পরে 98% H₂SO₄ দ্রবণে ঐ SO₃ গ্যাসকে চালনা করে এর 2% পানির সাথে বিক্রিয়ায় H₂SO₄ উৎপন্ন করা হয়।

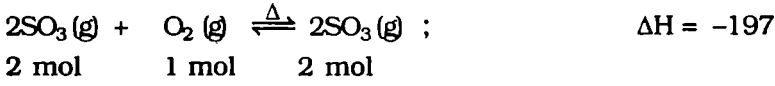


এরূপে উৎপন্ন 100% H₂SO₄ এসিডে অধিক SO₃ চালনা করলে পাইরো সালফিউরিক এসিড বা অলিয়াম (H₂S₂O₇) উৎপন্ন হয়। পরে অলিয়ামে প্রয়োজন মত পানি যোগ করে বিভিন্ন শক্তির H₂SO₄ এসিড প্রস্তুত করা হয়।



(ক) সর্বোচ্চ পরিমাণ H₂SO₄ উৎপাদনের শর্তাবলি

স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিডের সর্বাধিক উৎপাদন নিম্ন সমীকরণ মতে সালফার ডাইঅক্সাইডকে উত্তমত অবস্থায় অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে সর্বোচ্চ পরিমাণ সালফার ট্রাইঅক্সাইড উৎপাদনের ওপর নির্ভরশীল :



উপরিউক্ত সমীকরণ থেকে জানা যায়, SO_3 উৎপাদন বিক্রিয়াটি হল,

সূত্রাং লা-শ্যাটেলিয়ালের নীতি অনুসারে, নিম্ন তাপমাত্রায় ও উচ্চ চাপে এ উভমুখী বিক্রিয়াটি সম্মুখ দিকে ঘটেবে। কিন্তু উচ্চচাপে সালফার ডাইঅক্সাইড তরলীভূত হয় এবং নিম্ন তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার গতি হ্রাস পায়। এ কারণে, নিম্নোক্ত শর্তাবলি প্রয়োগ করে প্রভাবকীয় জারণ প্রক্রিয়ায় সর্বোচ্চ পরিমাণ SO_3 উৎপাদন করা হয়।

(১) ব্যবহৃত প্রভাবক ও তাপমাত্রা : প্রভাবকরূপে প্লাটিনাম ধাতু অথবা ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইডের সূক্ষ্ম চূর্ণ ব্যবহারে এ বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায়। বিক্রিয়ার পরিবেশের তাপমাত্রা 450°C রাখা হয়। কারণ এ বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী হওয়ায় SO_2 গ্যাসকে SO_3 গ্যাসে জারিত করতে প্রভাবকের উপস্থিতিতে 450°C তাপমাত্রা অত্যনুকূল অবস্থা। এর অধিক তাপমাত্রায় SO_3 এর বিয়োজন ঘটে এবং নিম্ন তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার হার ধীর গতি সম্পন্ন হয়।

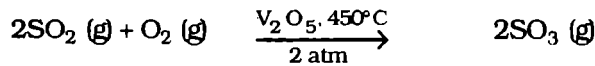
(২) প্রভাবক প্রকোষ্ঠে চাপ : এ উভমুখী গ্যাসীয় বিক্রিয়াটি আয়তন হ্রাসের মাধ্যমে ঘটে। তাই অধিক চাপে SO_3 উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। তবে প্রভাবকের উপস্থিতিতে এক্ষেত্রে অত্যনুকূল চাপ 2 atm সুফলদায়ক।

(৩) প্রভাবকের ভৌত অবস্থা : প্রভাবককে সূক্ষ্ম কণা অবস্থায় রাখা বিশেষ প্রয়োজন। কারণ প্রভাবক যত বেশি সূক্ষ্ম কণারূপে থাকে, প্রভাবকের কার্যকর পৃষ্ঠতল তত বেশি হয়। ফলে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতাও তত বেশি হয়।

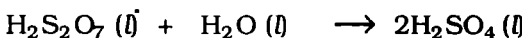
(৪) গ্যাস মিশ্রণের বিশুদ্ধতা ও প্রভাবকের ওপর বিধিক্রিয়া রোধ : ব্যবহৃত SO_2 গ্যাস ও বায়ুর মিশ্রণ অবশ্যই ধূলিকণা, সালফার কণা ও আর্সেনিক অক্সাইড মুক্ত হওয়া আবশ্যিক। কারণ এ সব অপদ্রব্য প্রভাবকের ওপর বিধিক্রিয়া ঘটায়। তখন প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস পায়।

(৫) অক্সিজেন সরবরাহ : সম্পূর্ণ SO_2 গ্যাসের পূর্ণজারণের জন্য অধিক পরিমাণ অক্সিজেন প্রয়োজন। তাই বর্তমানে সাধারণ বায়ুর পরিবর্তে বিশুদ্ধ অক্সিজেন ব্যবহৃত হয়। এজন্য লিন্ডে পদ্ধতিতে উৎপাদিত তরল বায়ু থেকে পৃথকীকৃত বিশুদ্ধ অক্সিজেন স্পর্শ পদ্ধতিতে ব্যবহার করা হয়।

(৬) অত্যনুকূল অবস্থায় ফলাফল : অধিক SO_3 গ্যাস উৎপাদনের অত্যনুকূল অবস্থা হল : (i) বিশুদ্ধ অবস্থায় গ্যাস মিশ্রণের ব্যবহার, (ii) অধিক পরিমাণ O_2 গ্যাস ব্যবহার, (iii) প্রভাবকরূপে সূক্ষ্ম চূর্ণ V_2O_5 ব্যবহার, (iv) অত্যনুকূল তাপমাত্রা 450°C এর ব্যবস্থা এবং 2 atm চাপ প্রয়োগ। এ অবস্থায় প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত SO_2 গ্যাস 95% পরিমাণ জারিত হয়ে SO_3 গ্যাস উৎপন্ন করা সম্ভব হয়।



(৭) SO_3 গ্যাস শোষণ : উৎপন্ন সালফার ট্রাইঅক্সাইডকে সরাসরি পানিতে শোষণ করা যায় না। কারণ SO_3 দ্বারা পানি শোষণ বিক্রিয়াটি খুবই তাপোৎপাদী। ফলে উৎপন্ন এসিড বাষ্পে পরিণত হয়ে কারখানা ধূমায়িত হয়ে থাকে। তাই SO_3 গ্যাসকে 98% সালফিউরিক এসিডে নিরাপদে চালনা করে ঐ এসিডের 2% পানির সাথে বিক্রিয়ায় 100% H_2SO_4 এবং অধিক SO_3 শোষিত করে ধূমায়িত সালফিউরিক এসিড বা অলিয়াম ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$) উৎপাদন করা হয়। পরে অলিয়ামে পানি যোগ করে 100% সালফিউরিক এসিডে পরিণত করা হয়।



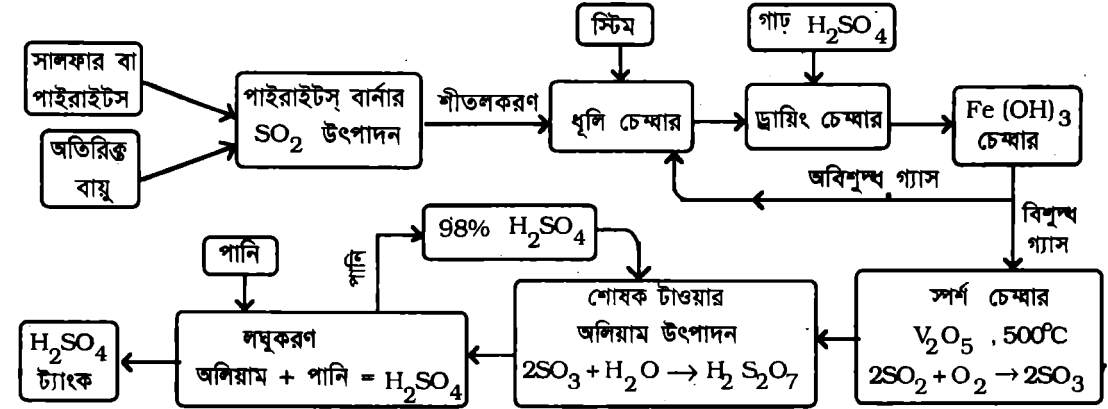
(গ) প্রয়োজনীয় উপকরণ :

১। সালফার বা আয়রন পাইরাইটস্, (২) বিশুদ্ধ অক্সিজেন, (৩) প্রাটিনাম চূর্ণযুক্ত অ্যাসবেস্টস বা ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইড (V_2O_5), (৪) 98% H_2SO_4 ।

স্পর্শ পদ্ধতির বর্ণনা : (১) সালফার ও আয়রন পাইরাইটস্ (FeS_2) কে 'পাইরাইটস্ বার্নারে' অতিরিক্ত অক্সিজেন প্রবাহে দহন করে SO_2 গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। ঐ গ্যাসে SO_2 , অক্সিজেন, N_2 এবং এতে ভেজালরূপে ধূলিকণা, সালফার কণা, কিছু আর্সেনিক যৌগ মিশ্রিত থাকে।

(২) এই গ্যাস মিশ্রণকে লেড বা সীসক কুন্ডলীর মধ্যে প্রবাহিত করে প্রায় $100^\circ C$ এ শীতল করা হয়।

(৩) অতঃপর শীতলকৃত গ্যাস মিশ্রণকে 'ধূলি চেম্বারের' তলদেশে চালনা করে ওপর হতে স্টিম চালনা করা হয়। ফলে সালফার কণা, ধূলিকণা, আর্সেনিক অক্সাইড প্রভৃতি স্টিম দ্বারা সিক্ত হয়ে চেম্বারের তলদেশে জমা হয়।



চিত্র ১.২৫ : স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিড উৎপাদনের প্রবাহ চিত্র।

(৪) অতঃপর ঐ আর্দ্র শীতল গ্যাস-মিশ্রণ ড্রাইং টাওয়ারের নিচের দিকে প্রবেশ করে এবং ওপর হতে গাঢ় H_2SO_4 ঝর্ণাধারায় পড়তে থাকে। ফলে গাঢ় H_2SO_4 আর্দ্র গ্যাসের জলীয় বাষ্প শোষণ করে গ্যাস মিশ্রণকে শুষ্ক করে।

(৫) নির্গত শুষ্ক গ্যাসকে ফেরিক হাইড্রক্সাইড টাওয়ারে প্রবাহিত করা হয়। ঐ একই টাওয়ারের উর্ধ্বাংশের সজ্জিত-তাকে অ্যাসবেস্টস তন্তু রাখা হয়। $Fe(OH)_3$ দ্বারা আর্সেনিক অক্সাইড ও অ্যাসবেস্টস তন্তু দ্বারা অবশিষ্ট ধূলি ও H_2SO_4 এসিড কণা শোষিত হয়। নির্গত গ্যাসে SO_2 ও বায়ু থাকে।

(৬) গ্যাস মিশ্রণকে স্পর্শ চেম্বারে চালনা করার পূর্বে এর বিশুদ্ধতা পরীক্ষণের উদ্দেশ্যে টিন্ডেল বাক্স (Tyndal box) চালনা করা হয়। গ্যাস মিশ্রণে ধূলিকণা থাকলে টিন্ডেল বাক্সের ভেতরের দেওয়াল আলোকিত হয়। তখন গ্যাস মিশ্রণকে পাম্পের সাহায্যে পুনরায় বিশোধনের জন্য 'ধূলি-চেম্বারে' পাঠানো হয়। কিন্তু গ্যাস মিশ্রণে ধূলিকণা মুক্ত টিন্ডেল বাক্সটির ভেতরে অশ্চকার দেখায়। তখন ঐ শুষ্ক ও ধূলিমুক্ত গ্যাস মিশ্রণকে 'স্পর্শ চেম্বারে' প্রবাহিত করা হয়।

(৭) স্পর্শ চেম্বারের মধ্যে প্রভাবক V_2O_5 অথবা Pt চূর্ণের অ্যাসবেস্টস গুঁড়াপূর্ণ কয়েকটি লৌহের নল থাকে। নলগুলোকে নিচের বার্নার দ্বারা $500^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত রাখা হয়। এই গ্যাস মিশ্রণ প্রভাবক নলের মুখে 1.5 atm চাপে প্রবিষ্ট হয় এবং প্রায় 99% SO_2 গ্যাস অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে SO_3 গ্যাসে পরিণত হয়।

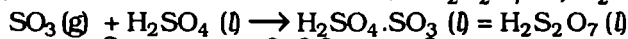
(৮) পরিশেষে SO_3 গ্যাস মিশ্রণ কোয়ার্টজ পাথরভর্তি শোষণ টাওয়ারের নিম্নদেশে প্রবেশ করে এবং ওপর হতে 98% H_2SO_4 এর ঝর্ণাধারায় ঐ SO_3 গ্যাস শোষিত হয়। 98% H_2SO_4 এর মধ্যস্থ 2% পানির সাথে SO_3 গ্যাস যুক্ত হয়ে 100% H_2SO_4 এবং অধিক SO_3 শোষণ করে অলিয়াম উৎপন্ন করে। উৎপন্ন এসিড ঐ টাওয়ারের নিচে এসিড ট্যাংকে জমা হয়। ঐ ট্যাংকে পানি বা লঘু H_2SO_4 এমনভাবে যোগ করা হয় যেন ট্যাংকের এসিড সব সময় 98% H_2SO_4 গাঢ়তায় স্থির থাকে।

১.৫৭ অলিয়াম ও বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড

(Oleum and pure sulphuric acid)

১। সালফান : প্রয়োজনীয় পরিমাণ SO_3 গ্যাসকে 98% H_2SO_4 এর মধ্যে চালনা করলে ঐ এসিডের 2% পানির সাথে SO_3 যুক্ত হয়ে 100% সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করে। 100% H_2SO_4 কে বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড বা সালফান (Sulfan) বলে।

২। অলিয়াম : বিশুদ্ধ 100% H_2SO_4 এর মধ্যে অধিক SO_3 গ্যাস চালনা করলে তা বিশুদ্ধ H_2SO_4 দ্বারা শোষিত হয়ে ধূমায়মান সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করে। এ ধূমায়মান সালফিউরিক এসিডকে অলিয়াম বলে। অলিয়ামের রাসায়নিক নাম পাইরোসালফিউরিক এসিড। এর সংকেত হল $H_2S_2O_7$ বা, $H_2SO_4 \cdot SO_3$ ।



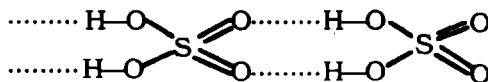
ব্যবহার : অলিয়ামের সাথে প্রয়োজনীয় অনুপাতে পানি মিশ্রিত করে বিশুদ্ধ 100% H_2SO_4 অথবা যে কোন ঘনমাত্রায় H_2SO_4 প্রস্তুত করা হয়। $H_2SO_4 \cdot SO_3(l) + H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(l)$ (100%)

১.৫৮ H_2SO_4 এর ভৌত ধর্ম (Physical properties of H_2SO_4)

১। ভৌত অবস্থা : বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড একটি বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বচ্ছ তৈলসদৃশ ঘন তরল পদার্থ। গ্রিক শব্দ ভিট্রিওল (vitriol) দ্বারা কাচের মত স্বচ্ছ বোঝানো হয়। সবুজ ভিট্রিওল ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) থেকে প্রাপ্ত ও তৈলসদৃশ বলে সালফিউরিক এসিডকে মধ্যযুগীয় আরব বিজ্ঞানী অ্যালকেমিগণ অয়েল অব ভিট্রিওল নামকরণ করেন।

২। দ্রবণীয়তা : H_2SO_4 পানিগ্রাহী তরল পদার্থ এবং তা যে কোন অনুপাতে পানিতে দ্রবণীয়।

৩। স্ফুটনাঙ্ক : 'গাঢ় সালফিউরিক এসিড' নামে পরিচিত 98.3% H_2SO_4 ও 1.7% পানির সমস্ফুটন মিশ্রণের স্ফুটনাঙ্ক $338^\circ C$ । H_2SO_4 এর উচ্চ স্ফুটনাঙ্কের কারণ হল, H_2SO_4 অণু নিজেদের মধ্যে নিম্নরূপে আন্তঃআণবিক H-বন্ধন গঠন করে থাকে। যেমন,



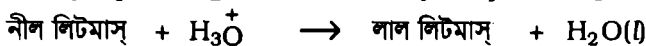
চিত্র ১.২৬ : H_2SO_4 এর অণুগুলোর মধ্যে H বন্ধন

১.৫৯ H_2SO_4 -এর রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of H_2SO_4)

সক্রিয়তা : H_2SO_4 এর রাসায়নিক ধর্মকে নিম্নোক্ত শ্রেণীতে আলোচনা করা যায় : (ক) H_2SO_4 এর অম্ল ধর্ম, (খ) H_2SO_4 এর জারণ ধর্ম, (গ) H_2SO_4 এর নিরুদক ধর্ম, (ঘ) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া।

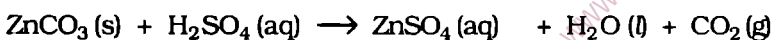
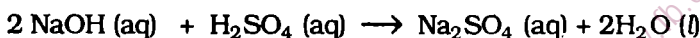
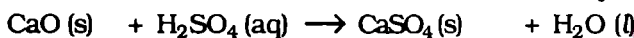
(ক) H_2SO_4 এর অম্লীয় ধর্ম :

১। জলীয় দ্রবণে H_2SO_4 দুই ধাপে আয়নিত হয়ে প্রোটন (H^+) উৎপন্ন করে। প্রথম ধাপে, একটি প্রোটন ও হাইড্রোজেন সালফেট HSO_4^- আয়ন এবং দ্বিতীয় ধাপে প্রোটন ও সালফেট (SO_4^{2-}) আয়ন উৎপন্ন করে।



সুতরাং H_2SO_4 এর জলীয় দ্রবণে প্রোটন (H^+) থাকার কারণে তা নীল লিটমাসকে লাল করে।

২। কার্বনের সাথে বিক্রিয়া : সালফিউরিক এসিডের লঘু জলীয় দ্রবণ ধাতব অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড ও কার্বনেটের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। সুতরাং H_2SO_4 একটি অম্ল।



৩। ধাতুর সাথে লঘু H_2SO_4 এর বিক্রিয়া : রাসায়নিক সক্রিয়তা সিরিজের মধ্যে 'H' এর ওপরে অবস্থিত অধিক ভড়িৎ ধনাত্মক ধাতু K, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Sn ইত্যাদি লঘু H_2SO_4 এসিডের H পরমাণুকে প্রতিস্থাপিত করে সালফেট লবণ ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন,

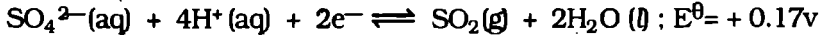


* লঘু H_2SO_4 এর কোন জারণ ক্রিয়া নেই, তাই তা শুধু এসিডরূপে ক্রিয়া করে H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।

* রাসায়নিক সক্রিয়তা সিরিজে 'H' এর নিম্নে অবস্থিত ধাতু Cu, Hg, Ag, Au ইত্যাদি H অপেক্ষা কম ধনাত্মক হওয়ায় তারা H_2SO_4 হতে H পরমাণুকে প্রতিস্থাপিত করতে পারে না; অর্থাৎ H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে না।

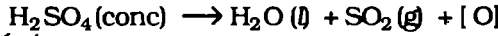
(খ) H_2SO_4 এর জারণ ধর্ম : সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) এর বিশেষ বিক্রিয়া

উত্তম ও গাঢ় সালফিউরিক এসিড একটি জারক পদার্থ। জলীয় দ্রবণে গাঢ় H_2SO_4 -এর সালফেট আয়ন বিজারক পদার্থ থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে প্রথমে সালফিউরাস এসিড (H_2SO_3) এবং পরে তা বিয়োজিত হয়ে সালফার ডাইঅক্সাইড ও পানি উৎপন্ন করে।



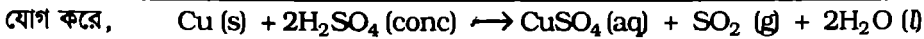
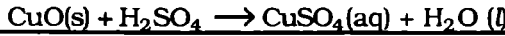
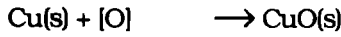
উল্লেখ্য, অধিকতর শক্তিশালী বিজারক পদার্থ দ্বারা গাঢ় H_2SO_4 বিজারিত হয়ে H_2S গ্যাসে পরিণত হতে পারে।

জায়মান অক্সিজেন মতবাদ মতে, গাঢ় H_2SO_4 বিক্রিয়ার পূর্বে বিয়োজিত হয়ে পানি, SO_2 ও জায়মান অক্সিজেন উৎপন্ন করে। জায়মান অক্সিজেন জারণ কাজে অংশ নেয়।



গাঢ় H_2SO_4 এর জারণ ধর্মের উদাহরণ :

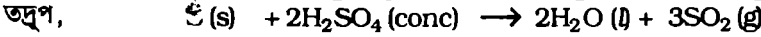
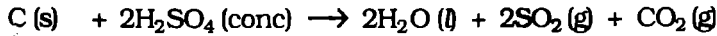
১। ধাতুর সাথে ক্রিয়া : কপার উত্তম গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা জারিত হয়ে কপার অক্সাইড, পানি ও SO_2 গ্যাসে পরিণত হয়। পরে কার্বন কপার অক্সাইড অধিক H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে কপার সালফেট ও পানি উৎপন্ন করে। [অনুরূপভাবে গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে Al, Zn, Fe জারিত হয়ে বিক্রিয়া করে।]



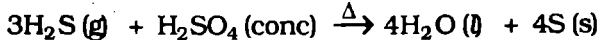
জারক

বিজারিত উৎপাদ

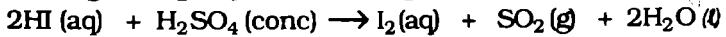
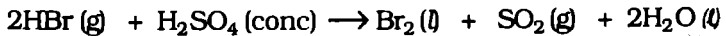
২। অধাতুর সাথে ক্রিয়া : (i) উত্তম অবস্থায় গাঢ় H_2SO_4 কার্বন ও সালফারকে জারিত করে যথাক্রমে CO_2 গ্যাস ও SO_2 গ্যাসে পরিণত করে এবং নিজে বিজারিত হয়ে পানি ও সালফার ডাইঅক্সাইডে পরিণত হয়।



৩। H_2S , HBr , HI এর সাথে ক্রিয়া : হাইড্রোজেন সালফাইড উত্তম গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা জারিত হয়ে পানি ও সালফার গুঁড়ায় পরিণত হয় এবং H_2SO_4 বিজারিত হয়ে পানি ও সালফারে পরিণত হয়।

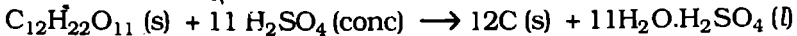


হাইড্রোজেন ব্রোমাইড ও হাইড্রোজেন আয়োডাইড গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা জারিত হয়ে যথাক্রমে ব্রোমিন ও আয়োডিন উৎপন্ন করে।



(গ) গাঢ় H_2SO_4 নিরুদক :

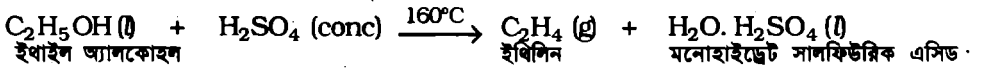
১। পানির প্রতি গাঢ় সালফিউরিক এসিডের আসক্তি অত্যন্ত প্রবল। ফলে হাইড্রোজেন ও হাইড্রক্সিল মূলকযুক্ত জৈব যৌগ যেমন, চিনি বা সুক্রোজ ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) কে গাঢ় H_2SO_4 এর মধ্যে যোগ করলে গাঢ় H_2SO_4 চিনি অণু থেকে এগার অণু পানি বিমুক্ত করে কালো বর্ণের কার্বন উৎপন্ন করে। বিমুক্ত পানি গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা শোষিত হয়ে হাইড্রেটেড সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন হয়।



চিনি

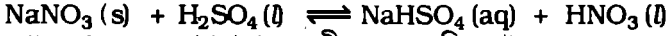
হাইড্রেটেড সালফিউরিক এসিড

২। 160°C তাপমাত্রায় ইথাইল অ্যালকোহল গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা নিরুদিত হয়ে ইথিলিন বা ইথিন (C_2H_4) গ্যাস উৎপন্ন করে।

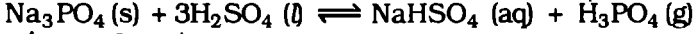


(ঘ) গাঢ় H_2SO_4 এর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) দ্বারা প্রতিস্থাপন :

(১) খনিজ লবণ থেকে এসিড প্রস্তুতি : খনিজ এসিডের লবণ যেমন, সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO_3)-এর সাথে গাঢ় H_2SO_4 যোগ করে উত্তপ্ত করলে লবণ থেকে নাইট্রেট মূলক প্রতিস্থাপিত হয়ে নাইট্রিক এসিড উৎপন্ন করে।



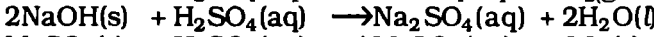
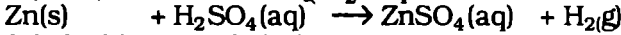
উৎপন্ন HNO_3 প্রায় 120°C তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হয়। কিন্তু গাঢ় H_2SO_4 কম উদ্বায়ী (স্ফুটনাঙ্ক $T_b = 338^\circ\text{C}$) হওয়ায় তা পাত্রে থেকে যায়। অনুরূপভাবে অধিক উদ্বায়ী এসিড যেমন, HF , HCl এবং H_3PO_4 ইত্যাদি তাদের ফ্লোরাইড, ক্লোরাইড ও ফসফেট লবণ থেকে প্রস্তুত করা যায়।



(২) সালফেট লবণ গঠন/আয়নিক যৌগে সালফেট আয়ন :

সালফিউরিক এসিডের লবণকে সালফেট লবণ বলে। জলীয় দ্রবণে সালফেট লবণ বিয়োজিত হয়ে সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) উৎপন্ন করে থাকে। সালফেট আয়নের গঠন চতুস্তলকীয়।

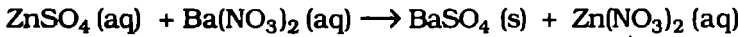
প্রস্তুতি : সক্রিয়তা সিরিজে H এর ওপরে অবস্থিত ধাতুসমূহ (Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe) এবং ধাতুর অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড ও কার্বনেট লঘু H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়ায় সালফেট লবণ গঠন করে।



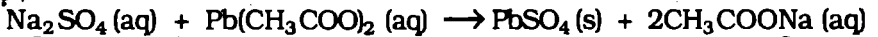
ধর্ম : অধিকাংশ সালফেট লবণ পানিতে দ্রবণীয়। এরা কেলাস পানিসহ দানাদার লবণ গঠন করে। গাঢ় H_2SO_4 এসিড দেখতে কাচের মত স্বচ্ছ তৈলসদৃশ বলে একে অয়েল অব ভিট্রিওল (Oil of Vitriol) বলা হয় এবং এর অধিকাংশ লবণ 'ভিট্রিওল লবণ' নামে পরিচিত। যেমন, সাদা ভিট্রিওল ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); হু ভিট্রিওল ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); সবুজ ভিট্রিওল ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)। এছাড়া গুব্বার লবণ ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$); মোর লবণ [$\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] উল্লেখযোগ্য সালফেট লবণ।

(৩) সালফেট মূলকের সিন্ধু পরীক্ষা :

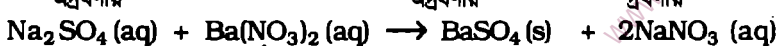
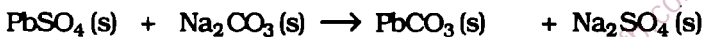
১। বেরিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ পরীক্ষা : (ক) পানিতে দ্রবণীয় সালফেট যৌগ যেমন, জিংক সালফেট (ZnSO_4)-এর জলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা বেরিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে বেরিয়াম সালফেট (BaSO_4)-এর ভারী সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ লঘু HCl এ অদ্রবণীয়। এটা সালফেট আয়নের উপস্থিতি শনাক্তকরণের নিশ্চিত পরীক্ষা।



(খ) পানিতে দ্রবণীয় সালফেট যেমন, Na_2SO_4 এর দ্রবণে লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করলে লেড সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।



(গ) পানিতে অদ্রবণীয় সালফেট যৌগ যেমন, লেড সালফেট (PbSO_4) এর বেলায়, প্রথমে অদ্রবণীয় সালফেটকে দ্বিগুণ পরিমাণ Na_2CO_3 এর সাথে মিশ্রিত করে উচ্চ তাপমাত্রায় মিশ্রণটিকে গলানো হয় এবং পরে উৎপন্ন যৌগকে পানিতে দ্রবীভূত করে ফিল্টার করে নিলে সোডিয়াম সালফেটের দ্রবণ পাওয়া যায়। প্রাপ্ত দ্রবণকে লঘু HCl এসিড সহযোগে এর মধ্যস্থ Na_2CO_3 কে প্রশমিত করে অম্লীয় করা হয়। অতঃপর এর মধ্যে বেরিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে ভারী সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ লঘু HCl -এ অদ্রবণীয়।*

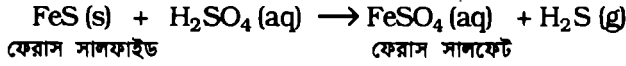


* দ্রষ্টব্য : দ্রবণীয় সালফেট ও কার্বনেট আয়নের শনাক্তকরণের জন্য সিন্ধু পরীক্ষার প্রায়ই BaCl_2 দ্রবণ ব্যবহৃত হয়; কিন্তু তা দ্রবণীয় লেড নাইট্রেটের সাথে বিক্রিয়ায় PbCl_2 রূপে সাদা অধঃক্ষেপ দিতে পারে, যা লঘু HCl এসিডে অদ্রবণীয়; তখন সালফেট আয়নের শনাক্তকরণ অসম্ভব হবে। তাই BaCl_2 এর পরিবর্তে $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ এর দ্রবণ ব্যবহার করা সর্বাপেক্ষা নিরাপদ ও সুবিধাজনক।

১.৬০ পরীক্ষাগারে H₂S গ্যাসের ক্রমাগত সরবরাহ :

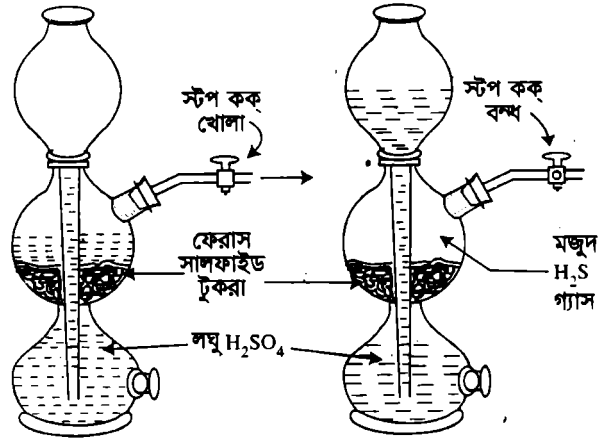
কিপ্ যন্ত্রে H₂S প্রস্তুতি (Preparation of H₂S in Klipp's apparatus)

মূলনীতি : পরীক্ষাগারে কিপ্ যন্ত্রে সাধারণ উষ্ণতায় ফেরাস সালফাইড (FeS) ও লঘু সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন সালফাইড (H₂S) গ্যাসকে প্রস্তুত করে মজুদ রাখা হয়।



H₂S প্রস্তুতির বর্ণনা : কিপ্ যন্ত্রটি তিনটি কাচের গোলকের সমন্বয়ে গঠিত। নিচের গোলকটি চেঁচাতলী; এটা নলাকারে মধ্যম গোলকের সাথে যুক্ত এবং ওপরের গোলকটি ফানেলের মত। এটাকে মধ্যম গোলকের মুখে বসিয়ে দিলে এটার লম্বা নলটি নিচের গোলকের তলদেশ পর্যন্ত পৌঁছে। মধ্যম গোলকের গায়ে একটি নির্গম নল যুক্ত থাকে। ঐ নির্গম নলের মুখে কর্কের সাহায্যে স্টপ কর্কযুক্ত কাচনল লাগানো থাকে।

মধ্যম গোলকের নির্গম নলের মুখের কর্ক খুলে এতে কয়েক টুকরা ফেরাস সালফাইড রাখা হয় এবং আবার নির্গম নল যুক্ত করে এর স্টপ কর্ক খোলা রাখা হয়। তারপর ওপরের গোলক আকৃতির ফানেল দিয়ে লঘু H₂SO₄ যোগ করা হয়; যেন H₂SO₄ নিচের গোলক পূর্ণ করে মধ্যম গোলকের FeS কে নিমজ্জিত করে। তখন লঘু H₂SO₄ এর সাথে FeS এর বিক্রিয়া শুরু হয় এবং উৎপন্ন H₂S গ্যাস স্টপ কর্ক দিয়ে বের হতে থাকে।



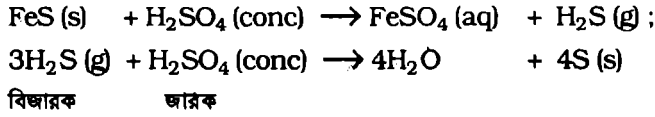
চিত্র ১.২৭ : পরীক্ষাগারে কিপ্ যন্ত্রে H₂S গ্যাস প্রস্তুতি।

যখন H₂S এর প্রয়োজন হয় না, তখন স্টপ কর্কটি বন্ধ করে দেয়া হয়। ফলে উৎপন্ন H₂S মধ্যম গোলকে জমা হয় এবং এর চাপে লঘু H₂SO₄ ফানেলের নিম্নাংশ দিয়ে ওপরের গোলকে উঠতে থাকে। এক সময় FeS এর সাথে লঘু H₂SO₄ এর সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়; তখন আর H₂S উৎপন্ন হয় না। প্রয়োজন মত স্টপ কর্ক খুলে H₂S ব্যবহার করলে মধ্যম গোলকে H₂S গ্যাসের চাপ হ্রাস পায়। ফলে লঘু H₂SO₄ আবার FeS এর সংস্পর্শে আসে এবং H₂S উৎপন্ন হয়। এরূপে FeS এবং H₂SO₄ এর অপচয় না করে সদা প্রস্তুত অবস্থায় ও প্রয়োজনমত H₂S গ্যাসের ক্রমাগত সরবরাহ অব্যাহত রাখা যায়।

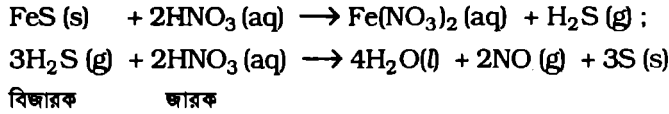
*** (ক) ফেরাস সালফাইড থেকে H₂S গ্যাস প্রস্তুতিতে লঘু H₂SO₄ বা HCl এসিডের পরিবর্তে লঘু HNO₃ এসিড বা গাঢ় H₂SO₄ ব্যবহৃত হয় না কেন?**

ব্যাখ্যা : পরীক্ষাগারে ফেরাস সালফাইডের সঙ্গে লঘু H₂SO₄ অথবা HCl এসিডের বিক্রিয়ায় যেমন, H₂S গ্যাস প্রস্তুত করা যায়; তেমনি ফেরাস সালফাইড ও গাঢ় H₂SO₄ বা লঘু HNO₃ ব্যবহার করে H₂S গ্যাস প্রস্তুত করা যায় না। কারণ, গাঢ় H₂SO₄ বা নাইট্রিক এসিড ও FeS এর বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় বটে, কিন্তু উৎপন্ন বিজারণধর্মী H₂S গ্যাস জারণধর্মী গাঢ় H₂SO₄ বা নাইট্রিক এসিড দ্বারা জারিত হয়ে সালফার ও পানি উৎপন্ন হয়ে থাকে। অপরদিকে, লঘু H₂SO₄ অথবা HCl এর কোন জারণ ধর্ম নেই।

(১) গাঢ় H_2SO_4 সহ বিক্রিয়া : এক্ষেত্রে উৎপন্ন H_2S দ্বারা গাঢ় H_2SO_4 বিজারিত হয়ে পানি ও সালফারের পরিণত হয়।



(২) লঘু HNO_3 সহ বিক্রিয়া : এক্ষেত্রে উৎপন্ন H_2S দ্বারা নাইট্রিক এসিড বিজারিত হয়ে পানি ও নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়।

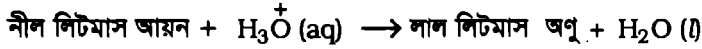
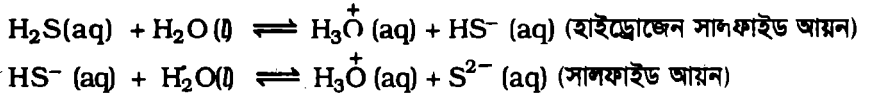


১.৬১ H_2S এর রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of H_2S)

সক্রিয়তা : (ক) H_2S এর অম্লধর্ম; (খ) অদ্রবণীয় ধাতব সালফাইডের অধঃক্ষেপণ; (গ) H_2S এর বিজারণ ধর্ম।

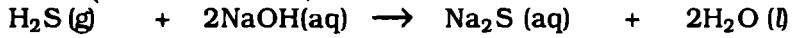
(ক) H_2S এর অম্লধর্ম :

১। লিটমাস পরীক্ষা : হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) এর জলীয় দ্রবণ একটি মৃদু এসিড। কারণ এর জলীয় দ্রবণে নীল লিটমাস হালকা লাল বর্ণে পরিণত হয়। জলীয় দ্রবণে H_2S নিম্নোক্ত দুই ধাপে আয়নিত হয় :



অম্লধর্মিতার জন্য H_2S এর জলীয় দ্রবণকে হাইড্রো সালফিউরিক এসিডও বলা হয়।

২। ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া : H_2S গ্যাস সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করে সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S) নামক পূর্ণ লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



কিন্তু ঐ দ্রবণে অধিক পরিমাণ H_2S গ্যাস চালনা করলে সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইড ($NaHS$) নামক অম্লীয় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



(খ) অদ্রবণীয় ধাতব সালফাইডের অধঃক্ষেপণ :

অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে বিভিন্ন লবণের দ্রবণ H_2S এর সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় ধাতব সালফাইডের অধঃক্ষেপ দেয়। তাই মাধ্যমভেদে ধাতব সালফাইডসমূহকে নিম্নোক্ত দু শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

১। অম্লীয় মাধ্যমে অদ্রবণীয় সালফাইডের অধঃক্ষেপণ : $Hg, Pb, Cu, Ag, Bi, Cd, As, Sb, Sn$ প্রভৃতি ধাতুর সালফাইড লঘু এসিডে অদ্রবণীয়। তাই ঐ ধাতুর লবণের অম্লীয় দ্রবণ H_2S এর সাথে বিক্রিয়ায় ধাতব সালফাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। যেমন,

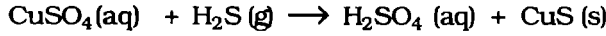
(i) মারকিউরিক ক্লোরাইড ($HgCl_2$) এর জলীয় দ্রবণকে লঘু HCl এসিড দ্বারা অম্লীয় করে এর মধ্যে H_2S গ্যাস চালনা করলে প্রথমে হলুদ বর্ণের মারকিউরিক সালফাইড (HgS) এর অধঃক্ষেপ ও HCl উৎপন্ন হয়। পরে ঐ অধঃক্ষেপ কালো বর্ণ ধারণ করে। $HgCl_2(aq) + H_2S(g) \longrightarrow 2HCl(aq) + HgS(s)$

(ii) লেড নাইট্রেট $Pb(NO_3)_2$ এর জলীয় দ্রবণে লঘু HNO_3 যোগ করে অম্লীয় করার পর এতে H_2S গ্যাস চালনা করলে কালো বর্ণের লেড সালফাইড (PbS) এর অধঃক্ষেপ ও লঘু HNO_3 উৎপন্ন হয়।



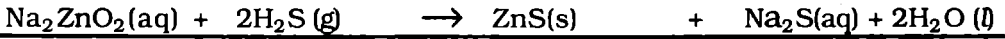
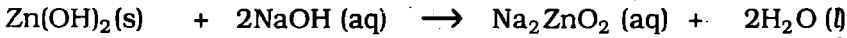
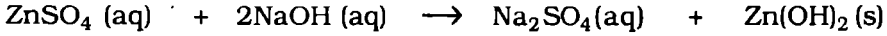
তদুপ, লেড অ্যাসিটেটের জলীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে কালো বর্ণের লেড সালফাইডের অধঃক্ষেপ ও অ্যাসিটিক এসিড উৎপন্ন হয়। $Pb(CH_3COO)_2(aq) + H_2S(g) \longrightarrow 2CH_3COOH(aq) + PbS(s)$

(iii) কপার সালফেট (CuSO_4) এর জলীয় দ্রবণে লঘু HCl এসিড মিশ্রিত করে এতে H_2S গ্যাস চালনা করলে কালো বর্ণের কিউপ্রিক সালফাইড (CuS) এর অধঃক্ষেপ ও লঘু H_2SO_4 উৎপন্ন হয়।



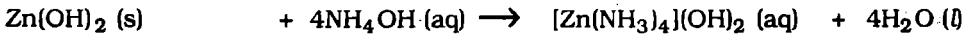
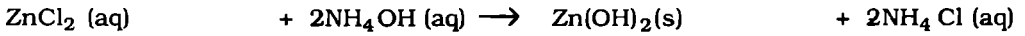
২। ক্ষারীয় মাধ্যমে অদ্রবণীয় সালফাইডের অধঃক্ষেপণ : Zn , Fe (Co , Ni , Mn) প্রভৃতির সালফাইড ক্ষারীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ অদ্রবণীয়; কিন্তু অম্লীয় মাধ্যমে দ্রবীভূত হয়। তাই ঐ সব ধাতুর লবণের ক্ষারীয় দ্রবণে H_2S গ্যাসের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ধাতব সালফাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে। যেমন,

(i) ক্ষারীয় মাধ্যমে জিংক লবণ, যেমন, জিংক সালফেট (ZnSO_4) এর দ্রবণকে কস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণ যোগে ক্ষারীয় করলে প্রথমে ZnSO_4 এবং NaOH এর বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় সোডিয়াম জিংকেট (Na_2ZnO_2) এর দ্রবণ উৎপন্ন হয়। পরে এতে H_2S গ্যাস চালনা করলে জিংক সালফাইড (ZnS) এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এছাড়া বিক্রিয়ায় সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4), সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S) এর দ্রবণ ও পানি উৎপন্ন হয়।



যোগ করে, $\text{ZnSO}_4(\text{aq}) + 4\text{NaOH}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{ZnS}(\text{s}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{S}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
কস্টিক পটাশ (KOH) এর সাথে অনুরূপ বিক্রিয়া ঘটে। কিন্তু NH_4OH এর সাথে বিক্রিয়াটি নিম্নরূপে ঘটে :

(ii) জিংক লবণ যেমন, জিংক ক্লোরাইড (ZnCl_2) এর দ্রবণে NH_4OH দ্রবণ যোগে ক্ষারীয় করে শেষে H_2S গ্যাস চালনা করলে প্রথমে জিংক লবণ NH_4OH দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় টেট্রাঅ্যামিন জিংক হাইড্রোসালফাইড উৎপন্ন করে। পরে তা H_2S এর সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় জিংক সালফাইড (ZnS) এর সাদা অধঃক্ষেপ ও দ্রবণীয় অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইড, (NH_4HS), অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন করে।

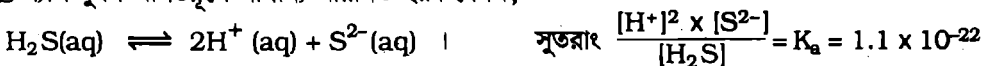


যোগ করে, $\text{ZnCl}_2(\text{aq}) + 6\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) + 5\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{ZnS}(\text{s}) + 4\text{NH}_4\text{HS}(\text{aq}) + 2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

* (খ) অজৈব লবণের গ্রুপ বিশ্লেষণে H_2S গ্যাসের ব্যবহার :

H_2S দ্বারা অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে ধাতব সালফাইড অধঃক্ষেপণের ব্যাখ্যা : অজৈব লবণের ক্ষারকীয় মূলক বা ক্যাটায়নসমূহের বিশ্লেষণ তালিকায় অম্লীয় মাধ্যমে অধঃক্ষিপ্ত ধাতব সালফাইড লবণের ক্যাটায়নসমূহকে গ্রুপ II এর আয়ন বা মূলক বলা হয় এবং ক্ষারীয় মাধ্যমে অধঃক্ষিপ্ত ধাতব সালফাইড লবণের ক্যাটায়নসমূহকে গ্রুপ IIIB এর আয়ন বা মূলক বলা হয়। এ সব ধাতব আয়নের দ্রবণে H_2S গ্যাস প্রবাহ বা সালফাইড আয়ন (S^{2-}) দ্বারা অধঃক্ষেপণ প্রক্রিয়াকে ঐ ধাতব সালফাইডের দ্রাব্যতা-গুণফল, আয়নিক-গুণফল ও সম-আয়নের প্রভাব দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়। যেমন, গ্রুপ II এর নয়টি ক্ষারকীয় মূলক বা ক্যাটায়ন আছে; এগুলো হল Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Sb^{3+} , As^{3+} , Sn^{2+} , Bi^{3+} , Sn^{3+} । এ সব ক্যাটায়নকে এদের সালফাইড লবণ হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। কেননা এদের সালফাইড লবণসমূহের দ্রাব্যতা-গুণফল খুবই কম। আবার গ্রুপ IIIB -এর চারটি ক্ষারকীয় মূলক যেমন, Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} আছে। এদের সালফাইড লবণের দ্রাব্যতা গুণফল গ্রুপ II ক্যাটায়নের সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের মান থেকে অনেক বেশি।

গ্রুপ II এর ক্ষারকীয় মূলক বা ক্যাটায়নের অধঃক্ষেপণের জন্য গ্রুপ বিকারক হল লঘু HCl এসিডের উপস্থিতিতে H_2S গ্যাস। অপরদিকে গ্রুপ IIIB এর ক্ষারকীয় মূলকের অধঃক্ষেপণের জন্য গ্রুপ বিকারক হল NH_4OH এর উপস্থিতিতে H_2S গ্যাস। অর্থাৎ উভয়ক্ষেত্রে সত্যিকার গ্রুপ বিকারক হল H_2S গ্যাস এবং জলীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস দুর্বল এসিডরূপে সামান্য আয়নিত হয়। যেমন,

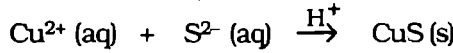


এখানে K_a দ্বারা H_2S এর বিয়োজন ধ্রুবক ও ত্রিকম্পনীর মধ্যে আয়ন বা যৌগ দ্বারা তাদের ঘনমাত্রা বোঝানো হয়েছে। এখন দ্রবণে H_2S এর ঘনমাত্রা 0.3 মোলার হলে উপরিউক্ত সমীকরণ মতে, (বজ্রগুণন করে পাই)-

$$[S^{2-}] = \frac{1.1 \times 10^{-22} \times [H_2S]}{[H^+]^2} = \frac{1.1 \times 10^{-22} \times 0.3}{[H^+]^2} = \frac{3.3 \times 10^{-23}}{[H^+]^2}$$

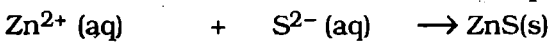
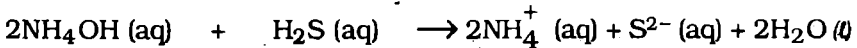
সূত্রাং উপরিউক্ত সমীকরণ থেকে সুস্পষ্ট যে, সালফাইড আয়নের ঘনমাত্রা $[S^{2-}]$ হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রার দ্বিগুণের সাথে বিপরীত আনুপাতিক সম্পর্ক আছে। অর্থাৎ দ্রবণটিতে লঘু HCl যোগ করে যতই অম্লীয় করা হবে, সালফাইড আয়নের ঘনমাত্রা ততই কমতে থাকবে। অপরদিকে দ্রবণটিতে NH_4OH যোগ করে যতই ক্ষারীয় করা হবে, অর্থাৎ ঐ দ্রবণ থেকে H^+ আয়নকে যতই অপসারণ করা হবে, তখন H_2S অধিক হারে আয়নিত হতে থাকবে এবং সালফাইড আয়নের ঘনমাত্রা বাড়তে থাকবে।

এখন গ্রুপ II এর বেলায় H_2S গ্যাস চালনা করার পূর্বে লঘু HCl এসিড (0.3M) দ্রবণ যোগ করা হয়। লঘু HCl শক্তিশালী তড়িৎ বিশ্লেষ্য বলে প্রায় সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়ে অধিক H^+ দেয়। ফলে H_2S এর বিয়োজন মাত্রা সম-আয়ন (যেমন, H^+) এর প্রভাবে হ্রাস পায়। তবুও গ্রুপ II এর ধাতব আয়ন ও সালফাইড আয়নের ঘনমাত্রার গুণফল ঐ ধাতব সালফাইডের দ্রাব্যতা-গুণফল অপেক্ষা বেশি হয় অর্থাৎ এ সব ধাতব সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফল পূর্বের হিসাবকৃত 3.3×10^{-23} হতে কম থাকে! কিন্তু গ্রুপ III B এর ক্ষারকীয় মূলকের সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফলের মান 3.3×10^{-23} হতে বেশি। তাই অম্লীয় মাধ্যমে গ্রুপ II এর ধাতব সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফল হতে এদের আয়নিক-গুণফলের মান বেশি হওয়ায় কেবল গ্রুপ II এর ধাতব সালফাইডসমূহ অধঃক্ষিপ্ত হয়।



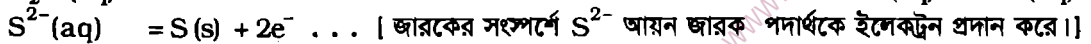
কিন্তু গ্রুপ III B এর ধাতব সালফাইডের দ্রাব্যতা গুণফল অম্লীয় মাধ্যমে এদের আয়নিক গুণফলের মান হতে বেশি হওয়ায় এরা দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। অবশ্য HCl এর পরিমাণ খুব বেশি হলে সালফাইড আয়নের ঘনমাত্রা এতই কমে যাবে যে, CdS ও PbS অধঃক্ষিপ্ত নাও হতে পারে। কেননা এদের দ্রাব্যতা গুণফল অপেক্ষাকৃত কিছু বেশি। এ কারণে দ্রবণে HCl এসিডের ঘনমাত্রা 0.3M রাখা সবচেয়ে উত্তম।

আবার গ্রুপ III B এর চারটি ক্ষারকীয় মূলক (যেমন, Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+}) এর সালফাইড মূলকের দ্রাব্যতা-গুণফল বেশি হওয়ায় এদের আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি করার জন্য দ্রবণে সালফাইড আয়ন (S^{2-}) এর ঘনমাত্রা অধিক হওয়া দরকার। এজন্য NH_4OH মিশ্রিত ক্ষারীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করা হয়। ফলে ক্ষারের OH^- এর সাথে H_2S হতে উৎপন্ন H^+ যুক্ত হয়ে নিরপেক্ষ H_2O অণু গঠন করে এবং অধিক হারে H_2S বিয়োজিত হয়ে অধিক পরিমাণ S^{2-} উৎপন্ন করে থাকে। এরূপে ঐ সব ধাতব সালফাইডের আয়নিক গুণফল এদের দ্রাব্যতা গুণফলকে ছাড়িয়ে যায়। তখন গ্রুপ IIIB এর ধাতব মূলক বা ক্যাটায়নের সালফাইডসমূহ অধঃক্ষিপ্ত হয়।



(গ) H_2S এর বিজারণ ধর্ম :

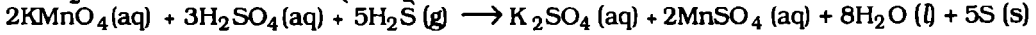
H_2S একটি শক্তিশালী বিজারক। তা জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয়ে প্রোটন (H^+) ও সালফাইড (S^{2-}) আয়ন উৎপন্ন করে। বিজারকরূপে ঐ সালফাইড আয়ন জারক পদার্থ যেমন, ফেরিক আয়নকে ইলেকট্রন প্রদান করতে সক্ষম। তাই H_2S একটি অম্লধর্মী উত্তম বিজারক।



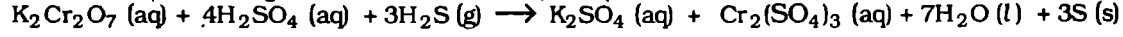
নিম্নোক্ত জারকের সাথে H_2S বিজারকরূপে ক্রিয়া করে নিজে সালফারে জারিত হয় :

- | | |
|--------------------------------|--|
| (১) অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ | (৪) জারণধর্মী গাঢ় H_2SO_4 |
| (২) অম্লীয় $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ | (৫) Fe^{+3} দ্রবণ যেমন, $FeCl_3$ দ্রবণ |
| (৩) জারণধর্মী HNO_3 দ্রবণ | (৬) X_2 (Cl_2 , Br_2 , I_2) |

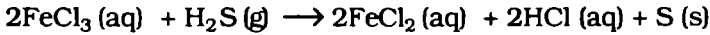
১। লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত অম্লীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) এর গোলাপী দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে $KMnO_4$ বিজারিত হয়ে বর্ণহীন পটাশিয়াম সালফেট (K_2SO_4) ও ম্যাঙ্গানাস সালফেট ($MnSO_4$) উৎপন্ন করে। H_2S জারিত হয়ে পানি ও হাল্কা হলুদ বর্ণের সালফারে পরিণত হয়।



২। লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত অম্লীয় পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$) এর কমলা বর্ণের দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে $K_2Cr_2O_7$ বিজারিত হয়ে বর্ণহীন K_2SO_4 ও হাল্কা সবুজ বর্ণের ক্রোমিয়াম সালফেট $Cr_2(SO_4)_3$ এর দ্রবণ উৎপন্ন করে। H_2S জারিত হয়ে পানি ও হাল্কা হলুদ বর্ণের সালফারে পরিণত হয়।



৩। ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$)-এর হলুদ বর্ণের দ্রবণে H_2S চালনা করলে $FeCl_3$ বিজারিত হয়ে HCl এসিড ও হাল্কা সবুজ বর্ণের ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত হয়। H_2S জারিত হয়ে হাল্কা হলুদ বর্ণের সালফার কণায় পরিণত হয়।

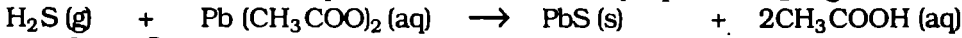


৪। ক্লোরিন বা ব্রোমিন এর মধ্যে H_2S গ্যাস চালনা করলে এরা বিজারিত হয়ে যথাক্রমে HCl গ্যাস বা HBr গ্যাসে পরিণত হয়। H_2S জারিত হয়ে পানি ও সালফার গুঁড়ায় পরিণত হয়।

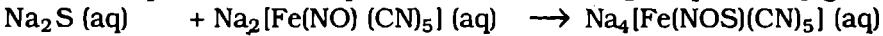


১.৬২ সালফাইড লবণের শনাক্তকরণ বা দ্রবণে সালফাইড আয়ন (S^{2-}) এর শনাক্তকরণ (Detection of S^{2-} ion)

১। শূন্য পরীক্ষা : একটি টেস্টিউবে প্রদত্ত সালফাইড লবণ যেমন, জিংক সালফাইড (ZnS) নিয়ে এতে লঘু H_2SO_4 এসিড যোগ করে একটু গরম করা হয়। তখন পচা ডিমের গন্ধযুক্ত বর্ণহীন H_2S গ্যাস নির্গত হয়। ঐ গ্যাস লেড অ্যাসিটেট দ্রবণে সিল্ক কাগজকে কালো বর্ণের লেড সালফাইড (PbS) উৎপন্ন করে কালো করে।



২। সিল্ক পরীক্ষা : (১) প্রদত্ত সালফাইড লবণ যেমন, অ্যামোনিয়াম সালফাইড ($(NH_4)_2S$) এর জলীয় দ্রবণকে $NaOH$ দ্রবণ দ্বারা ক্ষারীয় করা হয় এবং পরে এতে কয়েক ফোঁটা সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ যোগ করলে মিশ্রণটি গোলাপী বা বেগুনি বর্ণ ধারণ করে। এটি সালফাইডের নিশ্চিত পরীক্ষা। [বেগুনি দ্রবণটি হল সোডিয়াম পেঁটা সায়ানো সালফো নাইট্রোসো ফেরেট (II) এর দ্রবণ।]

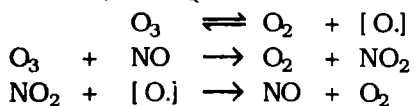


সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড
বেগুনি

১.৬৩ পরিবেশের ওপর কতিপয় নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব [Effects of the compounds of N and S on environment]

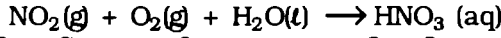
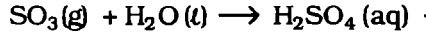
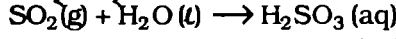
বায়ু দূষণের জন্য নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের ভূমিকা উল্লেখযোগ্য। নাইট্রোজেনের যৌগসমূহের মধ্যে অ্যামোনিয়া ও নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ পরিবেশ দূষণে বিশেষভাবে দায়ী। নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহের মধ্যে নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O) ও নাইট্রিক অক্সাইড (NO) বায়ুতে তুলনামূলকভাবে বেশি থাকে।

(১) নাইট্রোজেনের অক্সাইডের প্রভাব : পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে প্রায় 25 - 50 km উর্ধ্বে বা স্ট্র্যাটোস্ফিয়ারে ওজোনস্তরের ঘনত্ব সর্বাধিক। সাধারণ উড়োজাহাজ 10 km উর্ধ্বে (ট্রোপোস্ফিয়ারে) চলাচল করে এবং সুপারসোনিক জেট বিমান 20 km উর্ধ্বে চলাচল করে। জেট বিমান থেকে নির্গত নাইট্রোজেন অক্সাইড স্ট্র্যাটোস্ফিয়ারের ওজোনকে বিয়োজিত করে অক্সিজেন গ্যাসে পরিণত করতে থাকে। ফলে ওজোন অক্সিজেন সাম্যাবস্থার বিপর্যয় ঘটে এবং ওজোনস্তর হাল্কা হয়ে পড়ে। বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ :



(২) **ব্লাসায়নিক সারের প্রভাব :** বর্তমানে সার হিসেবে নাইট্রোজেন গঠিত বিভিন্ন যৌগ যেমন, ইউরিয়া, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, সোডিয়াম নাইট্রেট, ক্যালসিয়াম নাইট্রেট ব্যবহৃত হয়। এ সব নাইট্রেট সার ও ইউরিয়া পানিকে দূষিত করে; ঐ পানি মাছের জন্য ক্ষতিকর। তাই অধিক পরিমাণে সার মিশ্রিত কৃষি জমির পানিতে মাছের চাষ করা যায় না।

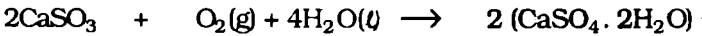
(৩) **সালফার যৌগের প্রভাব :** এসিড বৃষ্টি : সালফারের যৌগসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), সালফার ডাইঅক্সাইড (SO_2) ও সালফিউরিক এসিড বাষ্প বায়ুকে দূষিত করে। কয়লা, রাবার ও সালফাইড আকরিক পোড়ালে, ঐ সব বস্তু মধ্যস্থ সালফার বায়ুর অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। বড় বড় মিল কারখানার প্রত্যেকটিতে সালফিউরিক এসিড ব্যবহৃত হয়। এর কিছু অংশ বায়ুতে বাষ্পরূপে মিশে যায়। বহুপাতে বিদ্যুৎ ক্ষরণে N_2 ও O_2 গ্যাসের বিক্রিয়ায় NO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। মাটিতে প্রযুক্ত ইউরিয়া সারের কিছু অংশ জারিত হয়ে NO_2 গ্যাসে পরিণত হয়। বায়ুতে SO_2 , NO_2 ও সালফিউরিক এসিড বাষ্প বেশি থাকলে বৃষ্টির সময় ঐ এসিড বাষ্প পানির সাথে যুক্ত হয়ে এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি করে।



এসিড বৃষ্টির প্রভাব : এসিড বৃষ্টির ফলে পরিবেশের ব্যাপক ক্ষতি সাধিত হয়। যেমন,

(১) পুকুর, হ্রদ ও বিশেষ পানির pH এর মান '7' থেকে কমে '3' পর্যন্ত হয়। এর ফলে জলাশয়ের মাছ ও জলজ উদ্ভিদ মরে যায়। (২) মাটির অদ্রবণীয় অ্যালুমিনিয়াম যৌগ দ্রবণীয় Al^{3+} রূপে জলাশয়ে মিশে এবং মাছের শ্বাসযন্ত্রে অক্সিজেন গ্রহণে বাধা সৃষ্টি করে; ফলে মাছ মরে যায়। (৩) সবুজ বনভূমি ধ্বংস হয়ে যায়। (৪) দালান-কোঠার ক্ষারীয় যৌগের সাথে এসিড বৃষ্টির ক্রিয়ার ফলে দালানের ক্ষয় ঘটে। (৫) ধাতু দ্বারা নির্মিত সেতু, জাহাজ ও যানবাহন প্রভৃতি এসিড বৃষ্টিতে ক্ষয় প্রাপ্ত হয়।

প্রতিকার : শিল্প কারখানার চিমনি দিয়ে নির্গত গ্যাস বা ফ্লু গ্যাস (Fluegas) থেকে ক্ষতিকারক SO_2 গ্যাসকে ক্ষারকীয় পরিবেশে শোষণ করা যায়; একে ফ্লু গ্যাস ডিসালফারিজেশন বা FGD প্র্যান্ট বলা হয়। FGD প্রান্টে চূনাপাথর ও চূনের পানির মিশ্রণে ফ্লু গ্যাস চালনা করে ক্ষতিকারক SO_2 শোষণ করা হয়। যেমন,

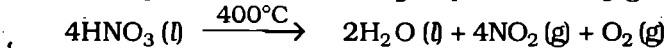
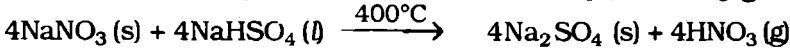
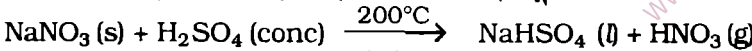


1952 সালে যুক্তরাষ্ট্রের লন্ডন শহরে SO_2 গ্যাস কুয়াশার সাথে মিশে মারাত্মক 'smogs' পরিবেশ সৃষ্টি করে (এ smog এর pH প্রায় 2) এবং তা কয়েকদিন স্থায়ী হয়; ('smogs' শব্দটি 'smoke' ও 'fog' শব্দ থেকে সৃষ্ট)। তখন উক্ত বিষাক্ত পরিবেশে শিশু ও বৃন্দসহ প্রায় 4000 (চার হাজার) লোক ব্রঙ্কাইটিস ও নিউমোনিয়ায় আক্রান্ত হয়ে মারা যায়। এ সব বিষাক্ত গ্যাস হতে আমাদের পরিবেশকে রক্ষা করার জন্য মুক্ত বায়ুতে কয়লা পোড়ানো, সালফার গঠিত যৌগ পোড়ানো বন্ধ করা উচিত। মিল কারখানার বর্জ্য গ্যাস বাতাসে সরাসরি ছেড়ে না দিয়ে FGD প্র্যান্ট ব্যবহার করা আবশ্যিক।

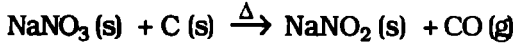
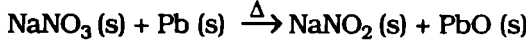
১.৬৪ কয়েকটি ঋণাত্মক আয়নের গুরুত্বপূর্ণ বিক্রিয়া (Important reactions of some anions)

নাইট্রেট আয়ন (NO_3^-) এর বিক্রিয়া :

(১) গাঢ় H_2SO_4 সহ বিক্রিয়া : যে কোন নাইট্রেট লবণ যেমন, সোডিয়াম নাইট্রেট কম উদ্বায়ী গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে $200 - 300^\circ C$ বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট ও নাইট্রিক এসিড-বাষ্প উৎপন্ন করে। কিন্তু প্রায় $400^\circ C$ তাপমাত্রায় সোডিয়াম সালফেট ও অধিক নাইট্রিক এসিড বাষ্প উৎপন্ন হয় বটে। কিন্তু উৎপন্ন HNO_3 বিয়োজিত হয়ে নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে।

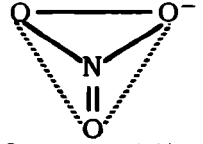


(২) নাইট্রাইট লবণে বিজারণ : সোডিয়াম নাইট্রেটকে লেড ধাতু অথবা কার্বনসহ উত্তপ্ত করলে সোডিয়াম নাইট্রাইট লবণ উৎপন্ন হয়।



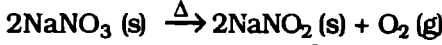
উৎপন্ন NaNO_2 কে অ্যাজো রঞ্জক উৎপাদনের জন্য ব্যবহার করা যায়।

(৩) নাইট্রেট লবণের বিয়োজন : বিভিন্ন উৎপাদ উৎপন্ন করে। যেমন,

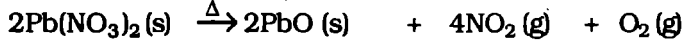
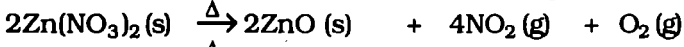
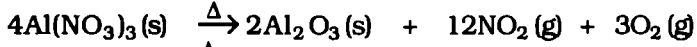


চিত্র ১.২৮ : নাইট্রেট আয়নের গঠন।

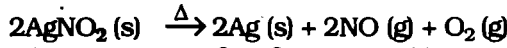
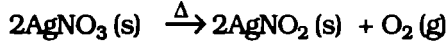
(ক) ক্যাল ধাতুর নাইট্রেট লবণকে উত্তপ্ত করলে তা বিয়োজিত হয়ে নাইট্রাইট লবণ ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।



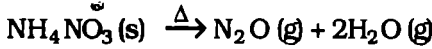
(খ) ভারী ধাতু যেমন, Al, Zn, Pb, Cu, Hg ইত্যাদির নাইট্রেট লবণ অধিক তাপে বিয়োজিত হয়ে ধাতব অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।



(গ) সিলভার নাইট্রেট প্রায় 450°C তাপমাত্রায় বিয়োজিত হয়ে সিলভার নাইট্রাইট (AgNO_2) ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে। কিন্তু আরো অধিক উত্তপ্ত করলে AgNO_2 বিয়োজিত হয়ে ধাতব সিলভার, নাইট্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে থাকে।

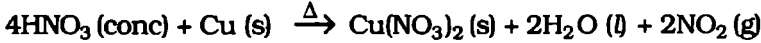
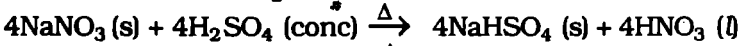


(ঘ) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে তা বিয়োজিত হয়ে নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O) ও পানি বাষ্প উৎপন্ন করে।

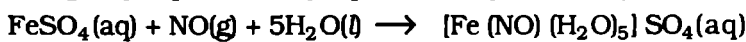
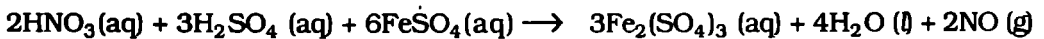
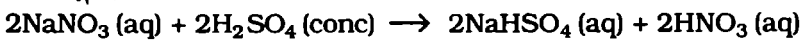


(৪) নাইট্রেট মূলকের শনাক্তকরণ বিক্রিয়া

(ক) নাইট্রেট লবণ যেমন, NaNO_3 এবং কপার গুঁড়ার মিশ্রণে গাঢ় H_2SO_4 যোগ করে উত্তপ্ত করলে বাদামি বর্ণের নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2) গ্যাস নির্গত হয়।



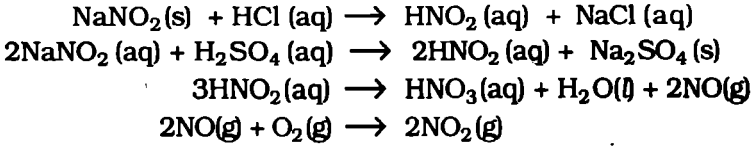
(খ) বলয় পরীক্ষা : সোডিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত ফেরাস সালফেট দ্রবণ যোগ করে শেষে গাঢ় H_2SO_4 টেস্টটিউবের গা বেয়ে যোগ করলে দুই তরলের মাঝখানে পেন্টাঅ্যাকুয়া নাইট্রোসো আয়রন (II) সালফেটের বাদামি বর্ণের বলয় উৎপন্ন হয়।



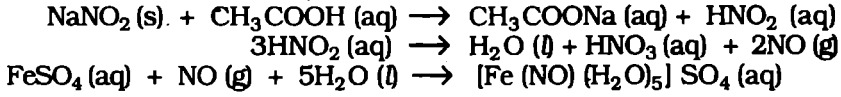
পেন্টা অ্যাকুয়া নাইট্রোসো আয়রন (II) সালফেট

নাইট্রাইট আয়ন (NO_2^-) এর বিক্রিয়া :

(১) লঘু খনিজ এসিডসহ বিক্রিয়া : নাইট্রাইট আয়ন শনাক্তকরণ : নাইট্রাইট লবণ যেমন, সোডিয়াম নাইট্রাইট লঘু HCl অথবা লঘু H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে নাইট্রাস এসিড (HNO_2) উৎপন্ন করে। উৎপন্ন HNO_2 বিয়োজিত হয়ে NO গ্যাস উৎপন্ন করে, যা পরে বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়ায় বাদামি বর্ণের NO_2 গ্যাসে পরিণত হয়।



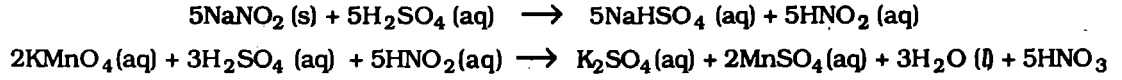
(২) ফেরাস সালফেট দ্রবণসহ বিক্রিয়া : নাইট্রাইট আয়নের নিশ্চিতকরণ : নাইট্রাইট লবণ যেমন, সোডিয়াম নাইট্রাইট (NaNO_2) এর দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত ফেরাস সালফেট দ্রবণ যোগ করে অ্যানিটিক এসিড যোগ করলে সমগ্র মিশ্রণটি বাদামি বর্ণের পেন্টা অ্যাকুয়া নাইট্রোসো আয়রন (II) সালফেটে পরিণত হয়।



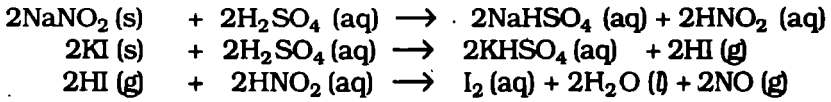
পেন্টা অ্যাকুয়া নাইট্রোসো আয়রন (II) সালফেট

(৩) নাইট্রাইটকে নাইট্রেট লবণে জারণ : নাইট্রাইট লবণ যেমন, সোডিয়াম নাইট্রাইট ব্রোমিন দ্বারা জারিত হয়ে নাইট্রেট লবণে পরিণত হয়। $\text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{NaNO}_3(\text{l}) + 2\text{HBr}(\text{g})$

(৪) লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (KMnO_4) দ্রবণকে নাইট্রাইট লবণ বিজারিত করে পটাসিয়াম সালফেট, ম্যাঙ্গানাস সালফেট ও পানি উৎপন্ন করে। নাইট্রাইট আয়ন জারিত হয়ে নাইট্রিক এসিডে পরিণত হয়।



(৫) লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI) এর দ্রবণকে নাইট্রাইট লবণ জারিত করে আয়োডিন উৎপন্ন করে।

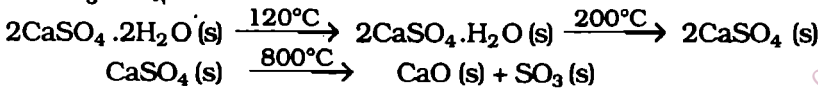


সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) এর বিক্রিয়া :

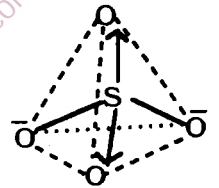
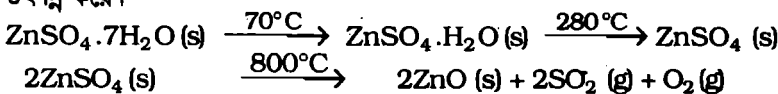
সোদক সালফেট লবণ : পানিতে দ্রবণীয় কিছু সালফেট লবণ জলীয় দ্রবণ থেকে কেলাস পানিসহ কেলাসিত হয়; এদের বিশেষ নাম আছে। যেমন, গুব্বার লবণ ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), সাদা ভিটিওল ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), সবুজ ভিটিওল ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ও ব্লু ভিটিওল ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)।

(১) সালফেট লবণের বিয়োজন : সোদক লবণকে উত্তপ্ত করলে প্রথমে কেলাস পানি মুক্ত হয়ে অনর্দ্র ধাতব সালফেট উৎপন্ন হয়। অধিক তাপে সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও অ্যামোনিয়াম সালফেট বাদে অন্যান্য ধাতব সালফেট উচ্চ তাপমাত্রায় বিয়োজিত হয়ে ধাতুর অক্সাইড, SO_2 , SO_3 বা, O_2 উৎপন্ন করে। যেমন,

(ক) জিপসাম ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) কে উত্তপ্ত করলে 120°C তাপমাত্রায় হেমি হাইড্রেট প্যারিস গ্রান্টার ($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); 200°C তাপমাত্রায় অনর্দ্র লবণ CaSO_4 এবং 800°C তাপমাত্রায় CaSO_4 বিয়োজিত হয়ে CaO ও SO_3 উৎপন্ন করে।

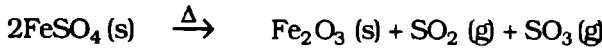
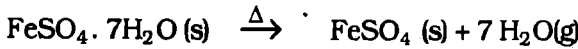


(খ) সাদা ভিটিওল ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) কে উত্তপ্ত করলে 70°C এর অধিক তাপমাত্রায় মনোহাইড্রেট লবণ ($\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); 280°C তাপমাত্রায় অনর্দ্র ZnSO_4 এবং 800°C তাপমাত্রায় ZnSO_4 বিয়োজিত হয়ে ZnO , SO_2 গ্যাস ও O_2 উৎপন্ন করে।

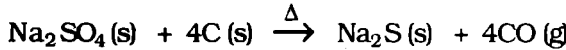


চিত্র ১.২৯ : SO_4^{2-} এর চতুষ্তলকীয় গঠন।

(গ) সবুজ ডিট্রিওল ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) উত্তপ্ত করলে প্রথমে অনর্দ্র FeSO_4 লবণ এবং শেষে বিয়োজিত হয়ে ফেরিক অক্সাইড বা জুয়েলারস্ বর্জ্য (Fe_2O_3), SO_2 ও SO_3 উৎপন্ন হয়।



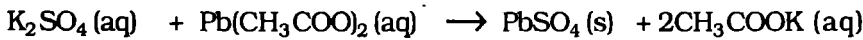
(২) সালফেটকে সালফাইডে বিজারণ : সালফেট লবণ যেমন, সোডিয়াম সালফেটকে কার্বন গুঁড়াসহ উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে সালফেট লবণ বিজারিত হয়ে সালফাইড লবণে পরিণত হয়।



(৩) সালফেট আয়নের অধঃক্ষেপণ :

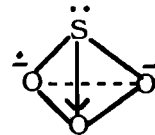
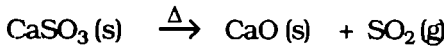
(ক) বেরিয়াম নাইটেট দ্রবণসহ বিক্রিয়া : দ্রবণীয় সালফেট লবণ যেমন, সোডিয়াম সালফেটের দ্রবণে বেরিয়াম নাইটেট দ্রবণ যোগ করলে অদ্রবণীয় বেরিয়াম সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ লঘু HCl এ অদ্রবণীয় থাকে। $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 (\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4 (\text{s}) + 2\text{NaNO}_3 (\text{aq})$

(খ) লেড অ্যাসিটেট দ্রবণসহ বিক্রিয়া : দ্রবণীয় সালফেট লবণ যেমন, পটাসিয়াম সালফেটের দ্রবণে লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করলে অদ্রবণীয় লেড সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।



সালফাইট আয়ন (SO_3^{2-}) এর বিক্রিয়া :

(১) সালফাইট লবণের বিয়োজন : সালফাইট লবণকে উত্তপ্ত করলে বিয়োজিত হয়ে SO_2 গ্যাস ও ধাতব অক্সাইড উৎপন্ন হয়। সোদক সালফাইট লবণ বিয়োজিত হয়ে SO_2 গ্যাস ও ধাতুর হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে।

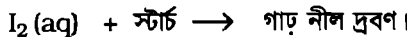
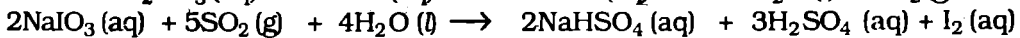
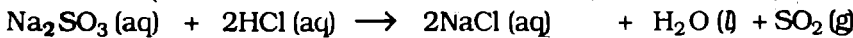


চিত্র ১.৩০ : সালফাইট আয়নের পিরামিড গঠন.

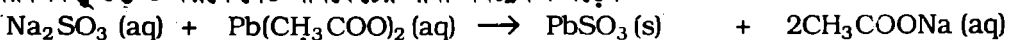
বিজারকরূপে সালফাইট আয়ন :

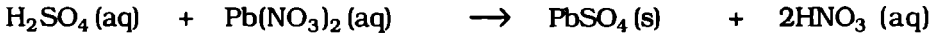
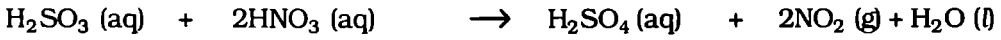
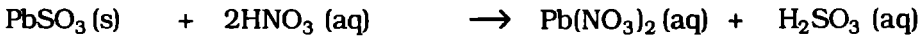
(২) সালফাইটকে সালফেট লবণে জারণ : সালফাইট লবণ যেমন, সোডিয়াম সালফাইট ব্রোমিন দ্বারা জারিত হয়ে সালফেট লবণে পরিণত হয়। $\text{Na}_2\text{SO}_3 (\text{aq}) + \text{Br}_2 (\text{l}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + 2\text{HBr} (\text{aq})$

(৩) আয়োডেটসহ বিক্রিয়া : লঘু HCl মিশ্রিত সোডিয়াম সালফাইটের দ্রবণে সোডিয়াম আয়োডেট (NaIO_3) দ্রবণ যোগ করলে আয়োডিন মুক্ত হয়। ঐ মিশ্রণে স্টার্চ দ্রবণ যোগ করলে গাঢ় নীল দ্রবণ উৎপন্ন করে।

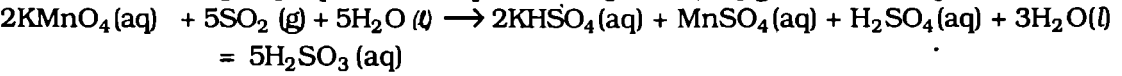
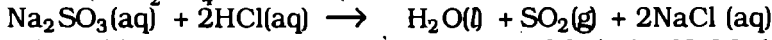


(৪) লেড অ্যাসিটেটসহ বিক্রিয়া : সালফাইট লবণ যেমন, সোডিয়াম সালফাইট (Na_2SO_3) এর দ্রবণে লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ যোগ করলে লেড সালফাইটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ শীতল ও লঘু HNO_3 এ দ্রবণীয়। কিন্তু উত্তপ্ত করলে লেড সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।





(৫) **KMnO₄** দ্রবণসহ বিক্রিয়া : সোডিয়াম সালফাইট লবণে HCl এসিড যোগ করলে SO₂ গ্যাস নির্গত হয়। উৎপন্ন SO₂ গ্যাসকে গোলাপী KMnO₄ এর দ্রবণে চালনা করলে বর্ণহীন K₂SO₄ ও MnSO₄ এর দ্রবণ উৎপন্ন হয়। SO₂ জারিত হয়ে H₂SO₄ এ পরিণত হয়।



১ম অধ্যায়ে যা শিখলাম

গ্রুপ-VA মৌল : নাইট্রোজেন ও ফসফরাস

১। পর্যায় সারণির গ্রুপ-VA এর প্রতিনিধি স্থানীয় মৌল নাইট্রোজেনের ধর্মের সাথে একই গ্রুপের ফসফরাসের পর্যায়ভিত্তিক ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্মের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য তাদের পারমাণবিক সংখ্যার বৃদ্ধির ওপর নির্ভর করে। এ গ্রুপের মৌলসমূহের যোজ্যতা ইলেকটন হল $ns^2 np^3$ ।

২। প্রকৃতিতে নাইট্রোজেন চক্রের দ্বারা বায়ুমণ্ডলে নাইট্রোজেনের পরিমাণ সর্বদাই অপরিবর্তিত থাকে।

৩। নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন যুক্ত হয়ে নাইট্রোজেনের হাইড্রাইড গঠন করে। যেমন, অ্যামোনিয়া, হাইড্রাজিন, বিভিন্ন অ্যাজাইড। এদের মধ্যে অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণ সার প্রস্তুতির জন্য খুবই প্রয়োজন।

৪। অ্যামোনিয়াম লবণের সাথে ক্ষারক যেমন, চূনের বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা যায়।

৫। হেবার পদ্ধতিতে শিল্প ক্ষেত্রে প্রচুর অ্যামোনিয়া উৎপাদন করা হয়।

৬। নেসলার দ্রবণ দ্বারা অ্যামোনিয়া যৌগের শনাক্ত করা হয়।

৭। অবস্থান্তর ধাতব আয়নের সাথে অ্যামোনিয়া সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা জটিল যৌগ গঠন করে। তখন অ্যামোনিয়া অণুকে লিগ্যান্ড বলা হয়। লিগ্যান্ড যৌগ অণু বা আয়ন হতে পারে, তবে তাদের নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল থাকতে হয়।

৮। নাইট্রোজেনের পাঁচটি অক্সাইডের মধ্যে দুটি নিরপেক্ষ ও তিনটি অম্লধর্মী। নাইটাস অক্সাইড ও নাইটিক অক্সাইড হল নিরপেক্ষ। অপর তিনটি যাদের মধ্যে নাইট্রোজেনের জারণ সংখ্যা + 3, + 4, + 5, তারা অম্লধর্মী।

৯। নাইট্রোজেনের দুটি উল্লেখযোগ্য অক্সো এসিড হল নাইটাস এসিড (HNO₂) ও নাইটিক এসিড (HNO₃)। প্রথমটি অস্থায়ী। কিন্তু এর ধাতব লবণ যেমন, সোডিয়াম নাইটাইট (NaNO₂) স্থায়ী যৌগ। দ্বিতীয়টি নাইটিক এসিড খুবই স্থায়ী এবং তা শক্তিশালী এসিড ও শক্তিশালী জারক পদার্থ। উল্লেখ্য নাইটাস এসিড ও এর নাইটাইট লবণের জারণ ও বিজারণ উভয় ধর্ম আছে; কিন্তু HNO₃ ও এর নাইটেট লবণের শুধু জারণ ধর্ম আছে।

১০। অস্ওয়াল্ড পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়াকে জারিত করে নাইটিক এসিডের শিল্পোৎপাদন করা হয়।

১১। গাঢ় HNO₃ এবং গাঢ় HCl এর 1 : 3 মোল পরিমাণের মিশ্রণকে রাজ অম্ল বা অ্যাকোয়া রেজিয়া বলা হয়। উক্ত এসিড মিশ্রণ অভিজাত ধাতু গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতিকে জারিত করে এদের ক্লোরাইড লবণে পরিণত করে দ্রবীভূত করতে পারে।

১২। নাইটেট মূলক শনাক্তকরণ 'বলয় পরীক্ষা' দ্বারা করা হয়। এ পরীক্ষায় বাদামি বর্ণের পেপ্টা অ্যাকুয়া নাইট্রোসো কেরাস সালফেট উৎপন্ন হয় য 'দুই তরলের মাঝখানে বলয়াকারে স্তর গঠন করে।

১৩। নাইটিক এসিডের লবণকে নাইটেট লবণ ও নাইটাস এসিডের লবণকে নাইটাইট লবণ বলে। প্রায় সব নাইটেট লবণ ও নাইটাইট লবণ পানিতে দ্রবণীয়। উত্তপ্ত করলে উভয় লবণ বিয়োজিত হয়।

১৪। ফসফরাস অত্যন্ত সক্রিয় মৌল। খনিজ ফসফেটরূপে একে পাওয়া যায়। ফসফরাসের খনিজ হল ফসফরাইট ও ফ্লোর অ্যাপাটাইট।

১৫। শ্বেত ফসফরাস ও লোহিত ফসফরাস নামে ফসফরাসের দুটি রূপভেদ আছে। শ্বেত ফসফরাস কম স্থায়ী। কক্ষতাপমাত্রায় ধীরে ধীরে লোহিত ফসফরাসে পরিণত হয়।

১৬। ফসফরাসের চারটি অক্সাইডের সব কয়টি অম্লীয় অক্সাইড। তাই ফসফরাস টাইঅক্সাইড (P_2O_3), ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড (P_2O_5) শীতল পানির সাথে বিক্রিয়ায় যথাক্রমে অর্ধো ফসফরাস এসিড (H_3PO_3) ও মেটাফসফরিক (V) এসিড (HPO_3) এবং উত্তপ্ত পানির সাথে বিক্রিয়ায় উভয় অক্সাইড অর্ধো ফসফরিক এসিড (H_3PO_4) উৎপন্ন করে।

১৭। ফসফরাসের পাঁচটি অক্সো এসিডের মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য হল অর্ধো ফসফরিক এসিড (H_3PO_4)। ইস্পাতের মরিচারোধকরূপে ও ডাইঅ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (V) সার উৎপাদনে H_3PO_4 ব্যবহৃত হয়। এছাড়া টুথপেস্টে ক্যালসিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট ও সোডিয়াম মনোফ্লোরো ফসফেটরূপে তা ব্যবহৃত হয়।

১৮। কৃষি বিজ্ঞানে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস যৌগ সার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। নাইট্রোজেন গঠিত সারের মধ্যে ইউরিয়া ও বিভিন্ন ক্যালসিয়াম নাইটেট ব্যবহার করা হয়। তরল অ্যামোনিয়া ও তরল CO_2 হতে ইউরিয়া প্রস্তুত করা হয়। ফসফরাইট খনিজ হতে সুপার, ট্রিপল সুপার ফসফেট সার প্রস্তুত করা হয়। ক্যালসিয়াম ফসফেট [$Ca_3(PO_4)_2$] পানিতে অদ্রবণীয়। কিন্তু মনোক্যালসিয়াম ফসফেট বা প্রাইমারি ফসফেট অম্লীয় লবণ হওয়ায় তা পানিতে দ্রবণীয়।

গ্রুপ-VIA মৌল : অক্সিজেন ও সালফার

১। গ্রুপ-VIA মৌলসমূহের যোজনী ইলেকটন সংখ্যা 6 এবং তাকে ns^2np^4 দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যোজনী ইলেকটনের ওপর রাসায়নিক ধর্ম নির্ভর করে। অক্সিজেনের তুলনায় সালফারের তড়িৎ ঋণাত্মকতা কম। তাই অক্সিজেনের চেয়ে সালফার কম সক্রিয়।

২। অক্সাইডসমূহকে চার শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। ধাতুর অক্সাইড ক্ষারক হয়। অধাতুর উচ্চতর যোজনী যুক্ত অক্সাইড অম্লধর্মী ও নিম্নতর অক্সাইড নিরপেক্ষ হয়। Zn, Al, Sn, Pb এর অক্সাইড উভধর্মী হয়।

৩। বিভিন্ন ধাতুর অক্সাইডকে বিজারিত করে ধাতু উৎপাদন করা হয়। বহুমূল্য রত্নপাথরসমূহে Al_2O_3 এর মধ্যে আয়রন অক্সাইড, ক্রোমিয়াম অক্সাইড, টাইটেনিয়াম অক্সাইড প্রভৃতি নির্দিষ্ট অনুপাতে থাকে।

৪। প্রকৃতিতে সালফার মৌল ও সালফাইড খনিজরূপে থাকে। অক্সিজেন ও সালফার উভয়ই বহুরূপী মৌল।

৫। সালফারের দুটি অক্সাইড হল SO_2 ও SO_3 । সালফার ডাইঅক্সাইড মূলত একটি বিজারক। এর এসিড ও সালফাইট লবণ প্রত্যেকেই বিজারক।

৬। সালফিউরিক এসিড সালফারের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ যৌগ। একে রাসায়নিক দ্রব্যের রাজা বলা হয়। কারণ প্রায় প্রত্যেক শিল্পে H_2SO_4 সর্বাধিক ব্যবহৃত হয়। শিল্পক্ষেত্রে বর্তমানে সর্গ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিড উৎপাদন করা হয়। লঘু সালফিউরিক এসিডের জারণ ধর্ম নেই। কিন্তু গাঢ় H_2SO_4 একটি জারক।

৭। হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) একটি শক্তিশালী বিজারক। এর জলীয় দ্রবণ মৃদু এসিড। এর জলীয় দ্রবণকে হাইড্রোসালফিউরিক এসিড বলা হয়। ক্ষারকীয় আয়নের পৃথকীকরণ পদ্ধতিটি অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে H_2S থেকে উৎপন্ন সালফাইড আয়নের পরিমাণের ওপর নির্ভরশীল।

৮। পরিবেশের ওপর অ্যামোনিয়া, নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইডের প্রভাব উল্লেখযোগ্য। এরা বায়ুকে দূষিত করে। অনুরূপভাবে সালফার, কয়লা ও রাবারকে পোড়ালে SO_2 উৎপন্ন হয়ে বায়ুতে মিশে বায়ুকে দূষিত করে। সালফারের যৌগের মধ্যে H_2S এবং SO_2 গ্যাস বায়ুকে মারাত্মকভাবে দূষিত করে। এসব যৌগ দ্বারা দূষিত বায়ু শ্বাসযন্ত্রের বিভিন্ন রোগ সৃষ্টি করে। শিল্পাঞ্চলের বায়ুতে অধিক পরিমাণ SO_2 থাকে।

অনুশীলনী-১ঃ প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : সাধারণ রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

গ্রুপ-VA এর মৌলসমূহ

- ১। (ক) গ্রুপ-VA-এর মৌলসমূহের নাম ও ইলেকট্রন বিন্যাস লেখ। ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে N ও P এর রাসায়নিক সক্রিয়তা আলোচনা কর।
(খ) নাইট্রোজেনের ও ফসফরাসের ইলেকট্রন বিন্যাস লেখ। এ ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে এদের যোজ্যতা কত হবে ব্যাখ্যা কর।
(গ) নাইট্রোজেন পরমাণু নাইট্রাইড আয়ন (N^{3-}) গঠন করতে সহায়ক-এন্থুপ দুটি মৌলের নাম কর এবং এরা কীরূপে আয়নিক নাইট্রাইড গঠন করে তা লেখ।
 - ২। নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের মধ্যে পাঁচটি করে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ধর্মের তুলনা কর।
[ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১]
 - ৩। ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে N ও P এর পর্যায় সারণিতে VA গ্রুপে অবস্থানের যৌক্তিকতা এবং বিক্রিয়াকালে বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া (ক) হাইড্রাইড গঠন ও (খ) ক্লোরাইড গঠনভিত্তিক আলোচনা কর।
- (১) নাইট্রোজেন
- ১। (ক) প্রকৃতিতে নাইট্রোজেন-এর অবস্থান, তরল বায়ু থেকে নাইট্রোজেন সংগ্রহ ও ব্যবহার লেখ।
(খ) নাইট্রোজেন চক্র কী? নাইট্রোজেন চক্রে এর বিভিন্ন রূপান্তর প্রক্রিয়া আলোচনা কর।
 - ২। (ক) পরীক্ষাগারে শুষ্ক অ্যামোনিয়া প্রস্তুতির মূলনীতি ও বর্ণনা লেখ।
(খ) হেবার সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন থেকে অ্যামোনিয়ার শিল্পোৎপাদন বর্ণনা কর।
[সি. বো. ২০০৭; ঢা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০]
(গ) নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন থেকে সর্বাধিক পরিমাণ অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তসমূহ আলোচনা কর।
[ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১, দি. বো. ২০১০]
 - ৩। (ক) পরীক্ষাগারে নাইট্রিক এসিড প্রস্তুতির মূলনীতি লেখ।
(খ) অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া হতে নাইট্রিক এসিড উৎপাদনের মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা কর।
[ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৯, ২০১১; কু. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১]
 - ৪। (ক) 'নাইট্রিক এসিড একটি শক্তিশালী জ্বারক' — তা দুটি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
(খ) অ্যাকোয়া রেজিয়া বা রাজস্রম্ব কী? এটা কীরূপে স্বর্ণকে দ্রবীভূত করে? [ঢা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১]
(গ) অ্যাকোয়া রেজিয়ায় প্রাটিনাম ধাতু দ্রবণীয়; তা সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।
[কু. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮]
 - (ঘ) ধূমায়মান নাইট্রিক এসিড কী?
 - (ঙ) নাইট্রিক এসিডের চারটি ব্যবহার লেখ।

(২) ফসফরাস

- ১। (ক) ফসফরাসের দুটি উৎসের নাম ও সংকেত লেখ।
(খ) আধুনিক বৈদ্যুতিক চুল্লিতে শ্বেত ফসফরাস উৎপাদন মূলনীতিসহ বর্ণনা কর।
- ২। (ক) ফসফরাসের বহুরূপগুলোর নাম লেখ। এর দুটি রূপভেদের পারস্পরিক রূপান্তর লেখ।
[তা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৯;
য. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
- (খ) ফসফরাসের দুটি ব্যবহার লেখ। [কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮]
- ৩। (ক) ফসফরাসের অক্সাইডসমূহের নাম ও সংকেত লেখ। দুটি অক্সাইডের একটি করে প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।
(খ) P_2O_5 অম্লধর্মী অক্সাইড ও একটি নিরুদক তা প্রমাণ কর। [তা. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১১;
সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৬; য. বো. ২০১০]
- ৪। (ক) অর্ধো ফসফরিক এসিডের শিল্পোৎপাদন পদ্ধতির মূলনীতি লেখ।
(খ) অর্ধো ফসফরিক এসিড ও ফসফেট লবণের ব্যবহার লেখ।

গ্রুপ-VIA এর মৌলসমূহ

- ১। অক্সিজেন ও সালফারের অবস্থান, গ্রুপ VIA তে হলেও অক্সিজেনের জারণ অবস্থা +2 ও -2 এর মধ্যে থাকে; কিন্তু সালফারের জারণ অবস্থা +2 ও -2 সহ +4 ও +6 হতে পারে তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ২। অক্সিজেন ও সালফারের মধ্যে ৬টি করে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ধর্মের আলোচনা কর।
[চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৭]

(১) অক্সিজেন

- ১। অক্সিজেনের অবস্থান, উৎপাদন ও ব্যবহার লেখ।
- ২। অক্সাইড কী? অম্লীয়, ক্ষারকীয় ও নিরপেক্ষ অক্সাইডের সংজ্ঞা উদাহরণসহ লেখ।
- ৩। (ক) উভধর্মী অক্সাইড কাকে বলে? দুটি উভধর্মী অক্সাইডের উদাহরণ রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ লেখ।
(খ) ZnO একটি উভধর্মী অক্সাইড। —ব্যাখ্যা কর। [তা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০;
য. বো. ২০১০]
- (গ) Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড। —ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২০০৯]
- ৪। MnO_2 একটি পলিঅক্সাইড।—ব্যাখ্যা কর।
- ৫। Fe_3O_4 একটি যৌগিক বা মিশ্র অক্সাইড।—ব্যাখ্যা কর। Fe_3O_4 যৌগে Fe এর যোজনী কত ব্যাখ্যা কর।
- ৬। ধাতু নিষ্কাশনে, রত্নপাথররূপে ও সিমেন্ট উৎপাদনে অক্সাইডসমূহের অর্থনৈতিক গুরুত্ব উদাহরণসহ লেখ।

(২) সালফার

- ১। সালফারের উৎস বা অবস্থান, সালফারের নিষ্কাশন ও ব্যবহার লেখ।
- ২। সালফারের বহুরূপ কী কী? যে কোন দুটির সর্ধক্ষিত বর্ণনা দাও।
- ৩। (ক) Na_2S , CaS ও ZnS এর প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ।
(খ) আয়রন, জিংক ও লেড ধাতুর সালফাইড আকরিকের অর্থনৈতিক গুরুত্ব সংক্ষেপে লেখ।
- ৪। (ক) পরীক্ষাগারে SO_2 গ্যাস প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর।
(খ) SO_2 অম্লধর্মী তা দুটি বিক্রিয়ার সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।

- (গ) SO_2 এর জারণ ও বিজারণ ধর্মের দুটি করে উদাহরণ সমীকরণসহ লেখ। [তা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১, রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০০৯]
- (ঘ) SO_2 একটি বিরঞ্জক, তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮]
- (ঙ) শুষ্ক অবস্থায় SO_2 বিরঞ্জকরূপে ক্রিয়া করে না; ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১১]
- ৫। শিল্পক্ষেত্রে সালফিউরিক এসিডের গুরুত্ব সংক্ষেপে আলোচনা কর।
- ৬। (ক) স্পর্শ পদ্ধতিতে সর্বোচ্চ পরিমাণ সালফিউরিক এসিড উৎপাদনের মূলনীতি শর্তাবলিসহ লেখ। [কু. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- (খ) সালফান ও অলিয়াম কী? তাদের কীভাবে প্রস্তুত করা হয়? [তা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- (গ) সালফিউরিক এসিডের ৫টি ব্যবহার উল্লেখ কর।
- ৭। (ক) গাঢ় H_2SO_4 এর অম্লধর্ম ও জারণধর্ম উভয়ই আছে— বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণ কর। [চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০]
- (খ) গাঢ় H_2SO_4 একটি নিরুদক— বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণ কর। [তা. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- ৮। (ক) পরীক্ষাগারে H_2S গ্যাসের ক্রমাগত সরবরাহের জন্য কিপঘস্ট্রে H_2S প্রস্তুতি বর্ণনা কর। [তা. বা. ২০১১; কু. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]
- (খ) H_2S এর জলীয় দ্রবণ একটি এসিড ও বিজারক তা প্রমাণের জন্য ২টি বিক্রিয়া লেখ। [তা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯]
- ৯। (ক) পরিবেশের ওপর নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব সংক্ষেপে আলোচনা কর। [তা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]
- (খ) এসিড বৃষ্টি কী? পরিবেশের ওপর এর প্রভাব বর্ণনা কর। [কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০]
- (গ) কৃষিক্ষেত্রে সার হিসেবে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস যৌগের গুরুত্ব আলোচনা কর। [চ. বো. ২০০৯]

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) নাইট্রোজেনের ৪টি হাইড্রাইডের নাম ও সংকেত লেখ। [রা. বো. ২০০৯]
- (খ) লিগ্যান্ড কী? দুটি লবণের সাথে লিগ্যান্ডরূপে NH_3 সহযোগে জটিল যৌগ গঠনের বিক্রিয়া লেখ। [রা. বো. ২০০৯]
- ২। (ক) নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহের নাম, সংকেত এবং এদের অণুতে নাইট্রোজেন পরমাণুর জারণ সংখ্যা উল্লেখ কর।
- (খ) NO এবং NO_2 এর একটি করে প্রস্তুত প্রণালী সমীকরণসহ লেখ।
- (গ) NO , N_2O_3 এবং NO_2 এর সাথে ক্ষারের বিক্রিয়া লেখ।
- (ঘ) NO_2 এর অম্লধর্মী ও জারণধর্মী দুটি বিক্রিয়া লেখ।

৩। (ক) নাইট্রোজেনের দুটি অক্সো এসিডের নাম, সংকেত ও এতে N এর জারণ সংখ্যা উল্লেখ কর।

(খ) নাইট্রাইট আয়নযুক্ত যৌগে জারণ ও বিজারণ উভয় ধর্মই থাকে;—ব্যাখ্যা কর।

(ক) কতিপয় রাসায়নিক বিক্রিয়া :

(১) নাইট্রোজেন

ব্যাখ্যা কর, কী ঘটে সমীকরণসহ লেখ যখন—

- ১। (ক) অ্যামোনিয়া একটি ক্ষারক; ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০০৮]
- (খ) অ্যামোনিয়া একটি বিজারক; সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০০৭]
- (গ) উত্তপ্ত কপার অক্সাইডের ওপর দিয়ে অ্যামোনিয়া চালনা করা হয়।
- (ঘ) কক্ষ তাপমাত্রায় ক্লোরিন গ্যাসকে NH_3 গ্যাসসহ মিশানো হয়। [সি. বো. ২০০৮; [ব. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৭]
- (ঙ) $AlCl_3$ এর দ্রবণে অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করা হয়।
- (চ) $CuSO_4$ এর দ্রবণে অধিক অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করা হয়। [ঢা. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৯]
- (ছ) জিংক সালফেটের দ্রবণে ধীরে ধীরে অধিক অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করা হয়।
- (জ) সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে অধিক NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে কী ঘটে?
- (ঝ) $AgCl(s) + NH_4OH (conc.) \longrightarrow ?$ [সি. বো. ২০০৭]
- বিক্রিয়ার সমীকরণ পূর্ণ কর :
- ২। (ক) $NH_4Cl (s) + CaO (s) \xrightarrow{\Delta} ?$ [ঢা. বো. ২০০৭]
- (খ) $NH_4Cl (s) + NaNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} ?$
- (গ) $NH_4NO_3(s) \xrightarrow{\Delta} ?$ [কু. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১]
- (ঘ) $NH_4NO_2(s) \xrightarrow{\Delta} ?$ [য. বো. ২০০৮]
- (ঙ) লেড নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করা হয়।
- (চ) গাঢ় $HNO_3 + P_2O_5 \xrightarrow{\Delta} ?$ [ঢা. বো. ২০০৭]
- (ছ) সিলভার নাইট্রেটকে উচ্চতাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। [রা. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০০৮]
- (জ) কপার নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে কী ঘটে? [ঢা. বো. ২০১১]
- ৩। (ক) গাঢ় কনস্টিক সোডার দ্রবণে NO গ্যাস চালনা করা হয়।
- (খ) $Cu (s) + HNO_3 (vap) \xrightarrow{\Delta} ?$ [চ. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০]
- (গ) $Cu (s) + HNO_3 (conc.) \longrightarrow ?$ [সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০১১]
- (ঘ) $C (s) + HNO_3 (conc.) \xrightarrow{\Delta} ?$
- (ঙ) এক টুকরা স্বর্ণকে রাজঅম্লে ফেলে দেয়া হলে কী ঘটে? [চ. বো. ২০০৭]
- (চ) নাইট্রেট লবণের দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত $FeSO_4$ দ্রবণ ও কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করা হয়।

(২) ফসফরাস

- ১। ক্যালসিয়াম ফসফেট, সিলিকা ও কার্বনের গুঁড়াকে বৈদ্যুতিক চুল্লিতে উত্তপ্ত করলে কী ঘটে?
- ২। ক্যালসিয়াম ফসফেটকে যখন অর্ধ গাঢ় H_2SO_4 সহ ফুটানো হয়।
- ৩। P_2O_3 ও উত্তপ্ত কস্টিক সোডা দ্রবণের বিক্রিয়া লেখ।
- ৪। P_2O_5 এর সাথে শীতল পানি ও গরম পানির বিক্রিয়া দুটি লেখ। [ঢা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৯]
- ৫। P_2O_5 এর সাথে শীতল কস্টিক সোডা ও উত্তপ্ত কস্টিক সোডা দ্রবণের বিক্রিয়া লেখ।
- ৬। P_4O_6 এবং P_4O_{10} এর গাঠনিক সংকেত লেখ এবং তাদের গঠন ব্যাখ্যা কর।
- ৭। (ক) ফসফরাইট কী? এর সংকেত লেখ।
(খ) টি. এস. পি কী? এর গঠন লেখ।

(৩) সালফার

- ১। (ক) সালফার গুঁড়াকে গাঢ় HNO_3 এর সাথে উত্তপ্ত করা হয়।
(খ) কপার গুঁড়ার সাথে উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 বিক্রিয়া করে।
(গ) $Cu(s) + H_2SO_4(conc.) \xrightarrow{\Delta} ?$ [সি. বো. ২০০৭]
(ঘ) $Zn(s) + H_2SO_4(conc.) \xrightarrow{\Delta} ?$
(ঙ) $HI(aq) + H_2SO_4(conc.) \longrightarrow ?$
- ২। (ক) $NaOH(aq) + SO_2(g) \longrightarrow ?$ [ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
(খ) SO_2 গ্যাসকে নিরপেক্ষ $KMnO_4$ দ্রবণে চালনা করা হয়।
(গ) SO_2 গ্যাসকে লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণে চালনা করা হয়।
(ঘ) SO_2 গ্যাসকে ক্লোরিন পানিতে চালনা করা হয়।
(ঙ) SO_2 গ্যাসকে $FeCl_3$ দ্রবণে চালনা করা হয়। [চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৭]
(চ) HI এর জলীয় দ্রবণে SO_2 চালনা করা হয়।
- ৩। (ক) H_2S গ্যাসকে $FeCl_3$ দ্রবণে চালনা করা হয়। [সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯;
চ. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৭]
(খ) H_2S এর জলীয় দ্রবণে SO_2 চালনা করা হয়। [সি. বো. ২০০৭]
(গ) লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণে H_2S চালনা করা হয়।
(ঘ) লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $KMnO_4$ দ্রবণে H_2S চালনা করা হয়।
(ঙ) $Pb(NO_3)_2(aq) + H_2S(g) \longrightarrow ?$
(চ) $ZnSO_4$ দ্রবণকে $NaOH$ দ্বারা ক্ষারীয় করে H_2S চালনা করা হয়।
(ছ) $ZnCl_2$ দ্রবণকে NH_4OH দ্বারা ক্ষারীয় করে H_2S চালনা করা হয়।
- ৪। বিজ্ঞারকরূপে সালফাইট আয়নের একটি বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।

(খ) কতিপয় টীকা

- ১। নেস্‌লার দ্রবণ [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৮;
য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০]
- ২। বলয় পরীক্ষা
- ৩। টি. এস. পি. [কু. বো. ২০০৮]

(গ) ব্যাখ্যা কর : প্রয়োজনীয় বিক্রিয়াসহ

- ১। (ক) ফসফরাস PCl_3 ও PCl_5 গঠন করে কিন্তু নাইট্রোজেন কেবল NCl_3 গঠন করে, NCl_5 গঠন করে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৭; কু. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
- (খ) NF_3 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না; কিন্তু NCl_3 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় কেন?
- (গ) NCl_3 এর তুলনায় PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্রুত ঘটে কেন?
- (ঘ) সালফার SF_6 গঠন করে, কিন্তু অক্সিজেন OF_6 গঠন করে না। ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১০]
- (ঙ) দ্বিপরমাণুক নাইট্রোজেন (N_2) অণুতে ত্রিবন্ধন ($N \equiv N$) থাকলেও ফসফরাস অণুতে ত্রিবন্ধন ($P \equiv P$) গঠন করে না কেন, ব্যাখ্যা কর।
- ২। (ক) আর্দ্র NH_3 গ্যাস শুষ্ককরণে নিরুদক গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা হয় না কেন? [য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]
- (খ) আর্দ্র NH_3 গ্যাস শুষ্ককরণে P_2O_5 নিরুদক ব্যবহৃত হয় না কেন?
- ৩। NH_3 ও PH_3 এর মধ্যে কোন্টি অধিক ক্ষারধর্মী এবং কেন? [ঢা. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
- অথবা, PH_3 অপেক্ষা NH_3 অধিক ক্ষারধর্মী কেন? [কু. বো. ২০০৮]
- ৪। NH_3 অণুর বন্ধন কোণ 107° ; কিন্তু PH_3 অণুর বন্ধন কোণ 93.3° হয় কেন?
- ৫। কপার লঘু H_2SO_4 -এর সাথে বিক্রিয়া করে না। কিন্তু গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে।— ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২০১০]
- ৬। H_2S গ্যাস প্রস্তুতিতে লঘু H_2SO_4 এর পরিবর্তে গাঢ় H_2SO_4 বা লঘু HNO_3 ব্যবহার করা যায় না কেন?— ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১]
- ৭। (ক) ধাতব আয়ন অধঃক্ষেপণের বেলায় সিন্ধু পরীক্ষার তালিকা মতে গ্রুপ II এর বিকারক H_2S চালনা করার পূর্বে লঘু HCl যোগ করা হয় কেন ব্যাখ্যা কর।
- (খ) Cu^{2+} এবং Zn^{2+} আয়নদ্বয়ের অম্লীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে কী ঘটে?
- ৮। সালফেট আয়নের শনাক্তকরণে $BaCl_2$ এর পরিবর্তে $Ba(NO_3)_2$ দ্রবণ ব্যবহার করা উত্তম — ব্যাখ্যা কর। [১৫৯ (ঘ-৩) পাদটীকা দ্রষ্টব্য] [চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]
- ৯। (ক) CO গ্যাসকে 'নীরব ঘাতক গ্যাস' বলা হয় কেন? [ঢা. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
- (খ) প্রোডিউসার গ্যাস ও ওয়াটার গ্যাস কী? কীরূপে তাদের প্রস্তুত করা হয়? [সি. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
- ১০। (ক) অয়েল অব ভিট্রিওল ও ভিট্রিওল লবণ কী?
- (খ) ব্লু ভিট্রিওল, সবুজ ভিট্রিওল ও সাদা ভিট্রিওলের সংকেত লেখ। [দি. বো. ২০১১]
- ১১। (ক) নাইট্রোজেন নিষ্ক্রিয় মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয় কেন? [সি. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯]
- (খ) 'আয়োডাইড অব মিলনস্ বেস্' কী?

(ঘ) আয়ন শনাক্তকরণ

- ১। লেসলার বিকারক কী? দ্রবণে NH_4^+ মূলকের শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। [ঢা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]
- ২। (ক) দ্রবণে নাইট্রেট আয়ন (NO_3^-) এর শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯]
- (খ) নাইট্রেট মূলকের একটি শুষ্ক পরীক্ষা বর্ণনা কর।
- ৩। দ্রবণে সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) এর শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। [কু. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৯]
- ৪। দ্রবণে সালফাইড আয়ন (S^{2-}) এর শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্ন

১। গ্রুপ-VA এর মৌল নাইট্রোজেন ও ফসফরাস উভয়ই রাসায়নিক সারের উপাদান। N_2 ও H_2 থেকে অ্যামোনিয়া এবং অ্যামোনিয়া থেকে নাইট্রিক এসিড উৎপাদন করা হয়। অ্যামোনিয়া থেকে উৎপাদিত ইউরিয়া এবং নাইট্রেট লবণ উন্নতমানের সার হিসেবে কৃষি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। ফসফরাইট খনিজ থেকে TSP সার উৎপাদন করা হয়।

- (ক) অলিয়াম কী? ১
 (খ) রাজ-অম্ল বা অ্যাকুয়া রেজিয়ায় স্বর্ণ কীরূপে দ্রবীভূত হয় তা ব্যাখ্যা কর। ২
 (গ) উদ্ভীপক মতে, অ্যামোনিয়া উৎপাদনে শিল্পক্ষেত্রে গৃহীত শর্তসমূহ যুক্তিসহকারে তত্ত্বীয়ভাবে ব্যাখ্যা কর। ৩
 (ঘ) রাসায়নিক সার হিসেবে N ও P যৌগের গুরুত্ব লেখ। বাংলাদেশে বর্তমানে প্রতিষ্ঠিত উদ্ভীপকে উল্লেখিত মৌলদ্বয়ের একটি করে অত্যাাবশ্যিক সার উৎপাদনের মূলনীতি প্রয়োজনীয় রাসায়নিক সমীকরণসহ লেখ। ৪

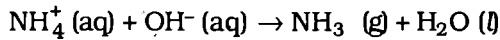
২। গ্রুপ-VA এর নাইট্রোজেন ও ফসফরাস উভয় মৌলের মধ্যে গ্রুপভিত্তিক যেমন সাদৃশ্য রয়েছে; তেমনি পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ও ইলেকট্রনিক স্তর বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে অনেক বৈসাদৃশ্য রয়েছে। এ বৈসাদৃশ্যের মধ্যে অন্যতম উল্লেখযোগ্য হল উভয়ের সমযোজ্যতা, হাইড্রাইডের ক্ষারীয় মাত্রার ভিন্নতা, অক্সো এসিডের জারণ-ক্ষমতা ইত্যাদি।

- (ক) CO গ্যাসকে 'নীরব ঘাতক গ্যাস' বলা হয় কেন? ১
 (খ) গাঢ় H_2SO_4 এসিড একটি জারক, এর কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
 (গ) উদ্ভীপক মতে, N ও P এর মধ্যে ছয়টি করে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ধর্ম লেখ। ৩
 (ঘ) উদ্ভীপক মতে, ত্রিযোজী N ও P এর হাইড্রাইডের মধ্যে কোনটি অধিক ক্ষারীয়? তাদের ক্ষারীয় মাত্রার পার্থক্যের কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩। অধিক ফলনের উপযোগী মিশ্র রাসায়নিক সার হল KCl , NH_4NO_3 ও $(NH_4)_3PO_4$ এর একটি মিশ্রণ। আমরা জানি জারণধর্মী এসিডের অ্যামোনিয়াম লবণকে উত্তপ্ত করলে তা বিয়োজিত হয় এবং উৎপন্ন NH_3 জারিত হয়ে N_2 গ্যাস অথবা নাইট্রোজেনের অক্সাইডে পরিণত হয়।

- (ক) লিগ্যান্ড কাকে বলে? ১
 (খ) নেসলার দ্রবণ কী? এর প্রস্তুতি লেখ। ২
 (গ) উদ্ভীপক মতে, মিশ্র রাসায়নিক সারে উপস্থিত একটি ধনাত্মক ও একটি ঋণাত্মক যৌগমূলকের সিন্তু পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (ঘ) তোমার জানা তিনটি জারণধর্মী এসিডের অ্যামোনিয়াম লবণকে উত্তপ্ত করে উদ্ভীপকের বক্তব্য প্রমাণ কর। পূর্ণ লবণ বলতে কী বুঝ? ৪

৪। সোনালী ফার্টিলাইজার ফার্মের মিশ্র-রাসায়নিক সারে অ্যামোনিয়াম আয়নের ভরভিত্তিক শতকরা পরিমাণ জ্ঞানার জন্য সারটির নির্দিষ্ট নমুনাকে প্রয়োজনের অধিক পরিমাণ জাত আয়তনের প্রমাণ NaOH দ্রবণসহ দীর্ঘ সময় উত্তপ্ত করে পূর্ণ বিক্রিয়া ঘটানো হয়। অবশিষ্ট NaOH দ্রবণকে প্রমাণ HCl দ্রবণসহ টাইট্রেশন করা হয়।



আমরা জানি, NH_3 গ্যাসকে সরাসরি অক্সিজেনসহ উত্তপ্ত করলে N_2 গ্যাস এবং Pt গুঁড়া প্রভাবকসহ অক্সিজেনের সাথে NH_3 গ্যাসের বিক্রিয়ায় NO গ্যাস উৎপন্ন হয়; যা HNO_3 উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

- (ক) এসিড বৃষ্টি কী? ১
 (খ) অ্যামোনিয়াম আয়ন শনাক্তকরণের একটি সিন্তু পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
 (গ) উদ্ভীপক মতে, টাইট্রেশন শেষে জানা গেল 10.0 g রাসায়নিক সারের মধ্যস্থ NH_4^+ আয়নের জন্য 0.05 মোল NaOH প্রয়োজন হয়েছে। এ তথ্য থেকে ঐ সারে NH_4^+ আয়নের ভরভিত্তিক শতকরা পরিমাণ গণনা কর। সর্বাধিক টাইট্রেশনে উপযুক্ত নির্দেশকের নাম ও টাইট্রেশনের শেষ-বিন্দুতে নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন উল্লেখ কর। [উঃ ৯%] ৩
 (ঘ) উদ্ভীপক মতে, অ্যামোনিয়া থেকে নাইট্রিক এসিড উৎপাদনের মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা দাও। ৪

৫। গ্রুপ VA এর N ও P মৌলদ্বয়ের মধ্যে গ্রুপভিত্তিক কিছু ধর্মে যেমন মিল রয়েছে, তেমনি পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ও ইলেক্ট্রনিক স্তর বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে কিছু ধর্মে গরমিলও দেখা যায়। এসব ধর্মের মধ্যে জারণ সংখ্যা, বন্ধন গঠন বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

- (ক) মৌলের জারণ সংখ্যা কী? ১
- (খ) দ্বিপেরমাণুক নাইট্রোজেন (N_2) এ ত্রিবন্ধন ($N \equiv N$) থাকলেও ফসফরাস অণুতে একক বন্ধন দ্বারা চারটি ফসফরাস পরমাণু যুক্ত আছে: কিন্তু N_2 এর মত ফসফরাস ত্রিবন্ধন গঠন করে না কেন ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, P ও N যৌগে এদের জারণ-সংখ্যার ভিন্নতা দেখা যায়, এর পক্ষে ফসফরাস PCl_3 ও PCl_5 গঠন করে কিন্তু নাইট্রোজেন NO_2 গঠন করলেও NO গঠন করে না কেন তা ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, N ও P এর + 3 এবং + 5 জারণসংখ্যা বিশিষ্ট দুটি করে অক্সাইডের গাঠনিক সংকেত লেখ। ঐ সব অক্সাইডের সাথে পানির বিক্রিয়ার সমীকরণসহ উৎপন্ন যৌগের নাম লেখ। ৪

৬। গ্রুপ VA এর N ও P মৌলদ্বয়ের + 3 এবং + 5 জারণসংখ্যা বিশিষ্ট অক্সো এসিড আছে। ফসফরাসের এসিডদ্বয় যথাক্রমে ডাইপ্রোটিক ও ট্রাইপ্রোটিক; কিন্তু নাইট্রোজেনের উভয় এসিড হল মনোপ্রোটিক এবং জারণধর্মী। নাইট্রোজেনের +3 জারণসংখ্যা বিশিষ্ট এসিডটি কম স্থায়ী, কিন্তু এর লবণটি অধিকতর স্থায়ী। ফসফরাসের ট্রাইপ্রোটিক এসিডটি TSP-সার উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

- (ক) অক্সো এসিড কী? ১
- (খ) নাইট্রেট মূলকের শনাক্তকরণের বলয় পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) ট্রিপল সুপার ফসফেট কী? উদ্দীপক মতে, সার উৎপাদনে ফসফরাস মৌলের এসিডের ব্যবহার প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, নাইট্রোজেনের উভয় এসিডের সোডিয়াম লবণের গাঠনিক সংকেত লেখ। ফসফরাসের উভয় এসিডের গাঠনিক সংকেত লেখ এবং গাঠনিক সংকেত থেকে এরা ডাইপ্রোটিক ও ট্রাইপ্রোটিক হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

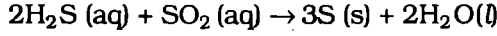
৭। গ্রুপ V1A এর মৌল অক্সিজেন ও সালফার ইত্যাদিকে চালকোজেন বা আকরিক উৎপাদনকারী মৌল বলে। উভয় মৌলের মধ্যে গ্রুপভিত্তিক যেমন সাদৃশ্য রয়েছে তেমনি পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ও ইলেক্ট্রনিক স্তর বিন্যাসের পার্থক্যের কারণে অনেক বৈসাদৃশ্য দেখা যায়। সালফারের বহুবিধ ব্যবহারের মধ্যে 'রাসায়নিক দ্রব্যের রাজা' নামে পরিচিত H_2SO_4 উৎপাদন বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

- (ক) আকরিক কী? ১
- (খ) ফসফরাইট খনিজ থেকে আধুনিক বৈদ্যুতিক চুল্লিতে শ্বেত ফসফরাস উৎপাদন সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, অক্সিজেন ও সালফারের মধ্যে ছয়টি করে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ধর্ম লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত H_2SO_4 এসিডকে 'রাসায়নিক দ্রব্যের রাজা' বলার কারণ কী? সালফার ও সালফারের আকরিক থেকে সর্বোচ্চ পরিমাণ H_2SO_4 উৎপাদনের মূলনীতি শর্তাবলিসহ লেখ। ৪

৮। সালফার থেকে সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে তিনটি রাসায়নিক ধাপ আছে। দ্বিতীয় ধাপে SO_2 গ্যাসকে অ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে 2 atm চাপে $450^\circ C$ তাপমাত্রায় জারিত করে SO_3 উৎপাদন করা হয়। পরে 98% H_2SO_4 এসিডে SO_3 গ্যাসকে শোষিত করা হয়।

- (ক) উভধর্মী অক্সাইড কী? ১
- (খ) অর্ধ অ্যামোনিয়া গ্যাসকে শুষ্ককরণে নিরুদক গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহৃত হয় না কেন? ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত তাপমাত্রা ও চাপকে SO_3 গ্যাস উৎপাদনের জন্য অত্যনুকূল ব্যবস্থা গণ্য করে - (i) যদি তাপমাত্রাকে $680^\circ C$ অথবা (ii) চাপমাত্রাকে 5 atm করা হয়; তখন উভয় ক্ষেত্রে SO_3 উৎপাদন বা H_2SO_4 উৎপাদনের পরিমাণ কীরূপ হবে তা যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত SO_2 যৌগে সালফারের জারণ-সংখ্যা গণনা করে ব্যাখ্যা কর যে, SO_2 জারক ও বিজারক উভয়রূপে ক্রিয়া করতে পারে। ৪

৯। এসিড বৃষ্টি প্রতিরোধে শিল্প কারখানার চিমনি দিয়ে নির্গত অম্লধর্মী গ্যাসকে FGD প্লান্টে শোধন করা হয়। SO₂ একটি অম্লধর্মী ফ্লু-গ্যাস। হাইড্রোজেন সালফাইড ও সালফার ডাইঅক্সাইডের রিডক্স বিক্রিয়ার ফলে সালফার ও পানি উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটির সমীকরণ নিম্নরূপ :



- (ক) ধূমায়মান নাইট্রিক এসিড কী? ১
- (খ) H₂S গ্যাস প্রস্তুতিতে লঘু H₂SO₄ এর পরিবর্তে গাঢ় H₂SO₄ ব্যবহার করা হয় না কেন: তা ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। এক্ষেত্রে লঘু H₂SO₄ এসিড ব্যবহারে সুবিধা-অসুবিধা ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকের রাসায়নিক বিক্রিয়াটিকে FGD প্লান্টে ব্যবহার করা যাবে কীনা ব্যাখ্যা কর। FGD প্লান্টে ব্যবহৃত অপর কোন পদ্ধতি তোমার জানা থাকলে তা সমীকরণসহ উপস্থাপন কর। ৪
- ১০। গ্রুপ VIA এর অক্সিজেন ও সালফার মৌলদ্বয় হল অধাতু। এরা একই গ্রুপের মৌল হওয়ায় অন্যান্য অধাতুর সাথে সদৃশ সমযোজী যৌগ গঠন করে। আবার সালফার ও অক্সিজেন উত্তম অবস্থায় অম্লধর্মী দুটি অক্সাইড গঠন করে, যা ফ্লু-গ্যাসরূপে কারখানার চিমনি দিয়ে নির্গত হয়। অনুরূপভাবে গ্রুপ VA এর N এর অক্সাইড বায়ুতে মিশে থাকে এবং সার হিসেবে ব্যবহৃত N ও P এর যৌগ পানিতে মিশে থাকে।

- (ক) ধাতুর নিষ্ক্রিয়তা কী? ১
- (খ) ফসফরাসের দুটি রূপভেদের পারস্পরিক রূপান্তর লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, অক্সিজেন ও সালফার সদৃশ হাইড্রাইড যেমন H₂O এবং H₂S সমযোজী যৌগ গঠন করে। H₂O হল তরল; কিন্তু H₂S হল গ্যাস; -এর কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, গ্রুপ VA ও গ্রুপ VIA এর মৌলসমূহের অক্সাইড ও কৃষি জমিতে ব্যবহৃত সার যথাক্রমে বায়ুমণ্ডলে ও পানিতে মিশ্রিত থাকে। ফলে নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগ পরিবেশের কীরূপ ক্ষতি করে তা ব্যাখ্যা কর। ৪

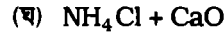
খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : জ্ঞানস্তর ও অনুধাবন স্তরের

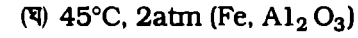
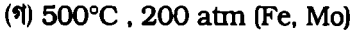
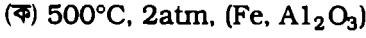
- ১। অ্যামোনিয়া ক্ষারধর্মী যৌগ। কারণ,
- (ক) ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে (খ) পানিতে দ্রবণীয়, (গ) প্রোটন গ্রহণ করে, (ঘ) নীল লিটমাস লাল করে
- ২। NH₃ প্রোটন গ্রহীতা বলে ক্ষারক; এটি কোন মতবাদের উদাহরণ?
- (ক) অ্যারহেনিয়াস মতবাদ (খ) লুইস মতবাদ (গ) ব্রনস্টেড মতবাদ (ঘ) ডালটনের মতবাদ
- ৩। NH₃ শনাক্তকরণে কোন বিকারক ব্যবহৃত হয়?
- (ক) AgNO₃ দ্রবণ (খ) BaCl₂ দ্রবণ (গ) ফেলিং দ্রবণ (ঘ) নেসলার দ্রবণ
- ৪। HCl গ্যাসের সাথে NH₃ গ্যাসের বিক্রিয়ায় কোন পরিবর্তন দেখা যায়?
- (ক) লালচে ধোঁয়া (খ) সাদা ধোঁয়া (গ) বাদামি গ্যাস (ঘ) কমলা গ্যাস
- ৫। FeCl₃ এর দ্রবণে NH₃ দ্রবণ যোগ করলে কী ঘটে?
- (ক) বাদামি অধঃক্ষেপ (খ) সাদা অধঃক্ষেপ (গ) বাদামি বলয় (ঘ) বাদামি ধোঁয়া
- ৬। পটাসিয়াম টেট্রাঅয়োডো মারকিউরেট (II) জটিল যৌগের সংকেত কোনটি?
- (ক) (H) KHg₂I₄ (খ) K₂Hg₂I₄ (গ) K₂[HgI₄] (ঘ) KHgI₄

- ৭। কোনটি শূন্য শক্তিশালী অম্লধর্মী নিরুদক ?
 (ক) গাঢ় H_2SO_4 (খ) CaO (গ) P_2O_5 (ঘ) $CaCl_2$
- ৮। কোন বিকারক দ্বারা লঘু HCl এসিডকে লঘু HNO_3 এসিড থেকে পার্থক্য করা যায় ?
 (ক) ফেলিং দ্রবণ (খ) $AgNO_3$ দ্রবণ (গ) $Ba(NO_3)_2$ দ্রবণ (ঘ) KI দ্রবণ
- ৯। কোন তথ্যটি দ্রাব্যতার ক্ষেত্রে সত্য ?
 (ক) সব সালফেট লবণ পানিতে দ্রবণীয়, (খ) $NaNO_3$ ও KNO_3 ছাড়া সব নাইট্রেট লবণ পানিতে অদ্রবণীয়, (গ) সব নাইট্রেট লবণ পানিতে দ্রবণীয়, (ঘ) সব কার্বনেট লবণ দ্রবণীয়।
- ১০। H_3PO_4 ট্রাইপ্রোটিক হলেও H_3PO_3 হল -
 (ক) ডাইপ্রোটিক (খ) মনোপ্রোটিক (গ) ট্রাইপ্রোটিক (ঘ) প্রোটোজেনিক
- ১১। টি.এস. পি সারের সংকেত কোনটি ?
 (ক) $(NH_4)_2HPO_4$ (খ) $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ (গ) $Ca(H_2PO_4)_2$ (ঘ) $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot CaO$
- ১২। মিশ্র অক্সাইডের উদাহরণ কোনটি ?
 (ক) Fe_2O_3 (খ) Fe_3O_4 (গ) Al_2O_3 (ঘ) $CoO \cdot Al_2O_3$
- ১৩। নীলকান্তমণি বা সেফায়ার স্টোনে থাকে -
 (ক) $Al_2O_3(98\%)$, $TiO_2(0.5\%)$, $Fe_3O_4(15\%)$ (খ) $Al_2O_3(97.5\%)$, $Cr_2O_3(2.5\%)$
 (গ) $Al_2O_3(7.5\%)$ $CaO(92.5\%)$ (ঘ) $Al_2O_3(98\%)$ $TiO_2(2\%)$.
- ১৪। ব্লুজ পাউডারের সংকেত হল -
 (ক) Fe_3O_4 (খ) Fe_2O_3 (গ) FeO (ঘ) $Fe_2O_3 \cdot FeO$.
- ১৫। রেড লেড বা মিনিয়াম এর সংকেত হল -
 (ক) Fe_3O_4 (খ) PbO_2 (গ) Pb_3O_4 (ঘ) PbO
- ১৬। খুবির লবণের সংকেত হল -
 (ক) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (খ) $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (গ) $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (ঘ) $FeSO_4 \cdot H_2O$
- ১৭। FGD প্রান্তে ক্ষতিকারক কোন গ্যাস শোষণ করা হয় ?
 (ক) CO গ্যাস (খ) CO_2 গ্যাস (গ) CH_4 গ্যাস (ঘ) SO_2 গ্যাস
- ১৮। বায়ুমণ্ডলের N_2 গ্যাসকে মাটিতে নাইট্রেটরূপে ব্যবহারযোগ্য করার প্রক্রিয়াকে বলা হয় -
 (ক) নাইট্রেশন (খ) প্রশমন (গ) বিজারণ (ঘ) সংবেশকরণ
- ১৯। নিচের কোন যৌগটিতে সব সময় N মৌল থাকে না ?
 (ক) নাইট্রাইট (খ) নাইট্রেট (গ) রাসায়নিক সার (ঘ) প্রোটিন
- ২০। নিচের কোন সারটিতে সর্বাধিক শতকরা পরিমাণে N আছে ?
 (ক) NH_4NO_3 (খ) $CO(NH_2)_2$ (গ) $(NH_4)_2SO_4$ (ঘ) KNO_3
 পাঃ ভর - দেওয়া আছে, $N = 14$, $H = 1$, $O = 16$, $S = 32$, $K = 39$.
- ২১। NPK নামক রাসায়নিক সারে নিচের কোন কোন মৌল থাকে ?
 (ক) নাইট্রোজেন, পটাসিয়াম, ক্রিপটন, (খ) নাইট্রোজেন, ফসফরাস, ক্রিপটন
 (গ) নিয়ন, ফসফরাস, পটাসিয়াম, (ঘ) নাইট্রোজেন, ফসফরাস, পটাসিয়াম

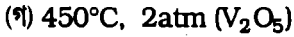
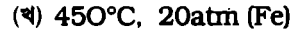
২২। নিচের কোন মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয় না ?



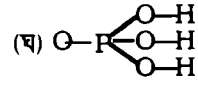
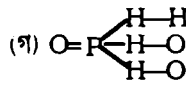
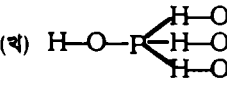
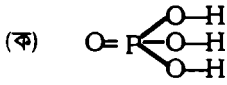
২৩। সর্বাধিক অ্যামোনিয়া উৎপাদনের অত্যনুকূল অবস্থা কোনটি হবে ?



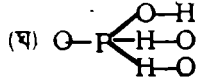
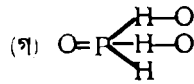
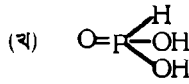
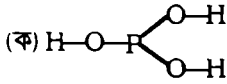
২৪। সর্বাধিক পরিমাণ সালফার ট্রাইঅক্সাইড উৎপাদনের অত্যনুকূল অবস্থা কোনটি ?



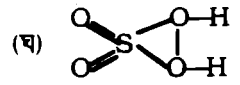
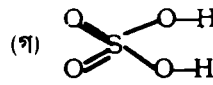
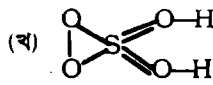
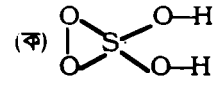
২৫। H_3PO_4 এর গাঠনিক সংকেত কোনটি ?



২৬। H_3PO_3 এর গাঠনিক সংকেত কোনটি ?



২৭। H_2SO_4 এর গাঠনিক সংকেত কোনটি ?



২৮। স্পর্শ পদ্ধতিতে SO_3 গ্যাসকে সরাসরি পানিতে দ্রবীভূত করা হয় না; কারণ

(ক) লঘু এসিড উৎপন্ন হয়.

(খ) এসিড বাষ্পে কারখানা ধূমায়িত হয়

(গ) অবিশুদ্ধ এসিড হয়

(ঘ) SO_3 অদ্রবণীয়

২৯। Conc. H_2SO_4 এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয় ?

(ক) পানি শোষণ

(খ) নিরুদক

(গ) সালফোনেটিং এজেন্ট (ঘ) পানি ত্যাগী।

খ-১ MCQ এর উত্তরমালা :

১। (গ) ২। (গ) ৩। (ঘ) ৪। (খ) ৫। (ক) ৬। (গ) ৭। (গ) ৮। (খ) ৯। (গ) ১০। (ক) ১১। (গ)

১২। (খ) ১৩। (ক) ১৪। (খ) ১৫। (গ) ১৬। (গ) ১৭। (ঘ) ১৮। (ঘ) ১৯। (গ) ২০। (খ) ২১।

(ঘ) ২২। (ক) ২৩। (গ) ২৪। (গ) ২৫। (ক) ২৬। (খ) ২৭। (গ) ২৮। (খ) ২৯। (ঘ)

খ-২ MCQ : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগ দক্ষতাস্তরের :

১। বাতাসে N_2 ও O_2 গ্যাস মিশ্রিত থাকে; এরা 1000°C তাপমাত্রায়ও বিক্রিয়া করে না। এর কারণ হল-

(i) নাইট্রোজেন-নাইট্রোজেন ত্রিবন্ধন ($\text{N} \equiv \text{N}$) বিয়োজন শক্তি 945 kJmol^{-1}

(ii) নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পর সবচেয়ে নিষ্ক্রিয় মৌল হল নাইট্রোজেন,

(iii) দ্বিতীয় শক্তিস্তরে যোজ্যতা স্তর থাকায় N পরমাণু O পরমাণুর সাথে ত্রিবন্ধন করতে পারে।

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) (i)

(খ) (i) ও (ii)

(গ) (i), (ii) ও (iii)

(ঘ) (i) ও (ii)

- ২। PH_3 থেকে NH_3 অধিক ক্ষারধর্ম প্রকাশ করে। এর কারণ হল -
- (i) অধিক তড়িৎ -ঋণাত্মকতার কারণে বন্ধন ইলেক্ট্রনের ঘনত্ব N পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট থাকে,
(ii) N-পরমাণু ক্ষুদ্রতর হওয়ায় বন্ধন ইলেক্ট্রন ও নিঃসজ্জা ইলেক্ট্রন মেঘের নিট ঘনত্ব N-পরমাণুতে বেশি থাকে,
(iii) N ও P পরমাণুর যোজ্যতা ইলেক্ট্রন বিন্যাস ns^2np^3 হওয়ায়
নিচের কোনটি সঠিক?
- (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ৩। NCl_3 আর্দ্রবিশ্লেষিত হলেও NF_3 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। এর কারণ হল -
- (i) N ও F উভয় পরমাণুর আকার ছোট,
(ii) সর্বশ্রষ্ট বন্ধনে আবদ্ধ দুটি পরমাণুর কোন একটিতেও ফাঁকা d - অরবিটাল না থাকায়,
(iii) NF_3 সাথে পানির অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসজ্জা ইলেক্ট্রন যুগল সন্নিবেশ বন্ধন গঠনের সুযোগ নেই।
কোনটি সঠিক হবে?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ৪। P_4 অণু N_2 অণুর তুলনায় অধিক সক্রিয়; এর কারণ হল -
- (i) N_2 অণুতে ত্রিবন্ধন ও P_4 অণুতে একক বন্ধন থাকায়,
(ii) P_4 অণু চতুস্তলকীয় হওয়ায় বন্ধন কোণ 60° থাকে,
(iii) P_4 অণুতে বন্ধন পীড়নের কারণে অণুর সক্রিয়তা বেশি,
কোনটি সঠিক হবে?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৫। নাইট্রাইড আয়ন (N^{3-}) গঠিত হলেও ফসফাইড আয়ন (P^{3-}) সহজে গঠিত হয় না। এর কারণ -
- (i) ফসফাইড আয়নের তুলনায় নাইট্রাইড আয়ন আকারে ছোট,
(ii) ছোট নাইট্রাইড আয়ন s-রুক ধাতুর ক্যাটায়নের খুব কাছে গিয়ে ল্যাটিস গঠন করতে পারে,
(iii) আকারে বড় ফসফাইড আয়ন ক্যাটায়নে ল্যাটিস গঠন করতে সন্নিবেশ পেয়েছে করতে পারে না,
কোনটি সঠিক হবে?
- (ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (ii) (ঘ) (iii)
- ৬। অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণ বিক্রিয়ায় অভ্যানুকূল অবস্থা হল নিম্নরূপ :
- (i) $45^\circ\text{C} - 550^\circ\text{C}$, 200 atm, প্রভাবক Al_2O_3 , Mo, গ্যাসের তরলীকরণ,
(ii) $450^\circ - 550^\circ\text{C}$, 200 atm. প্রভাবক Fe গুঁড়া, Al_2O_3 , NH_3 গ্যাসকে তরলীকরণ.
(iii) 500°C , 100 atm. প্রভাবক Fe গুঁড়া Mo, উৎপন্ন NH_3 গ্যাসকে তরলীকরণ,
কোনটি সঠিক হবে?
- (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (i) ও (ii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ৭। নিচের কোন মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে NH_3 প্রস্তুত করা যায়?
- (i) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট ও কস্টিক সোডা, (ii) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও কলিচুন,
(iii) সোডিয়াম নাইট্রেট ও চুন,
নিচের কোনটি সঠিক?
- (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ৮। নিচের কোন যৌগের মধ্যে N মৌল অবশ্যই থাকে?
- (i) প্রোটিন (ii) রাসায়নিক সার (iii) নাইট্রেট লবণ
কোনটি সঠিক বলে তোমার মনে হয়?
- (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (ii)
- ৯। হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের সমীকরণ হল নিম্নরূপ -
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + 92 \text{ kJ}$$
- (i) বিক্রিয়াটি উভমুখী, (ii) এ বিক্রিয়াটি তাপহারী, (iii) বিক্রিয়াটি গ্যাসীয় ও আয়তন হ্রাসের মাধ্যমে ঘটে :

কোন তথ্যগুলো সঠিক হবে?

- ১০। পরীক্ষাগারে প্রস্তুত NH_3 গ্যাস বায়ুর নিম্নমুখী অপসারণ প্রক্রিয়ায় শুষ্ক জারে সঞ্চার করা হয়। এর কারণ -
 (i) এটি পানিতে অধিক দ্রবণীয়, (ii) NH_3 গ্যাস বিষাক্ত, (iii) NH_3 গ্যাস বায়ু অপেক্ষা হালকা,
 কোনটি অধিক সঠিক?
 (ক) (i) ও (iii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) (ঘ) (ii)
- ১১। অ্যামোনিয়া গ্যাস নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে :
 (i) সিক্ত লাল লিটমাস নীল করে, (ii) ফেনলফথ্যালিনকে লালচে বেগুনি করে,
 (iii) নেসলার দ্রবণ বাদামি করে?
 কোনটি সঠিক হবে?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i)
- ১২। নাইট্রিক এসিড নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে -
 (i) লঘু HNO_3 জারক ও এসিডরূপে ক্রিয়া করে, (ii) গাঢ় HNO_3 জারক ও এসিডরূপে ক্রিয়া করে,
 (iii) গাঢ় HNO_3 এর বাষ্প এসিড ও জারক উভয়রূপে ক্রিয়া করে,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ১৩। অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হয় নিম্নোক্ত উদ্দেশ্যে ?
 (i) অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে HNO_3 উৎপাদনে, (ii) গ্রিজ ও চর্বি পরিষ্কার করতে ব্যবহৃত হয়,
 (iii) ব্রাইন থেকে সোডা অ্যাস উৎপাদনে NH_3 ব্যবহৃত হয়,
 কোনটি সঠিক হবে?
 (ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), ও (iii) (ঘ) (i)
- ১৪। SO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয় নিম্নোক্ত উদ্দেশ্যে -
 (i) কাগজের মণ্ড ব্লিচিং করতে, (ii) জেম, ফলের রস ও টিন-বাক্স খাবার-এর প্রিজারভ্যাটিভ রূপে,
 (iii) এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি করতে,
 কোনটি সঠিক হবে?
 (ক) (i), ও (ii) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)
- ১৫। NPK নামক মিশ্র রাসায়নিক সারে থাকে -
 (i) নাইট্রোজেন, ফসফরাস, পটাসিয়াম উপাদান, (ii) নাইট্রোজেন, পটাসিয়াম, ক্রোমিয়াম উপাদান,
 (iii) নাইট্রোজেন, ফসফরাস, কেলিয়াম উপাদান
 কোনটি সঠিক হবে?
 (ক) (i), ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i)
- ১৬। গাঢ় H_2SO_4 এসিডের নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য প্রকাশ পায় -
 (i) অম্লধর্ম, (ii) জারণ ধর্ম, (iii) নিরুদন ক্রিয়া,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i), ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ১৭। সালফেট আয়নের শনাক্তকরণে ব্যবহৃত বিকারক হল -
 (i) সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ, (ii) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ দ্রবণ (iii) FeSO_4 দ্রবণ
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (i) ও (ii)

- ১৮। নাইট্রেট আয়ন শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় -
 (i) বলয় পরীক্ষা, (ii) $AgNO_3$ দ্রবণ, (iii) $Ba(NO_3)_2$ দ্রবণ
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i), ও (ii) (খ) (i) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (ii)
- ১৯। NH_4^+ মূলক শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় -
 (i) $NaOH$ দ্রবণ, (ii) নেসলার দ্রবণ, (iii) টলেন বিকারক,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ২০। NPK রাসায়নিক সার ব্যবহারে সুবিধা হল -
 (i) প্রোটিন সংশ্লেষণে 'N' প্রয়োজন, যা পাতা ও শাখা বৃদ্ধির সহায়ক,
 (ii) গাছের মূল বৃদ্ধির জন্য 'P' প্রয়োজন,
 (iii) গাছে ফুল ও ফল বৃদ্ধিতে 'K' প্রয়োজন,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (ii)
- ২১। FGD প্ল্যান্টে ফ্লু-গ্যাসের SO_2 গ্যাস উপাদান শোষণ কাজে ব্যবহৃত বিক্রিয়া হল -
 (i) $Ca(OH)_2(aq) + SO_2(g) \rightarrow CaSO_3(s) + H_2O(l)$
 (ii) $2H_2S(g) + SO_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) + 3S(s)$
 (iii) $CaCO_3(s) + SO_2(g) \rightarrow CaSO_3(s) + CO_2(g)$
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i)

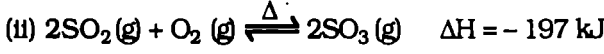
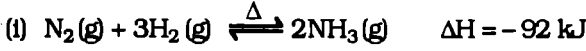
খ-২ MCG এর উত্তরমালা :

১। (গ) ২। (খ) ৩। (গ) ৪। (গ) ৫। (ক) ৬। (খ) ৭। (খ) ৮। (গ) ৯। (গ) ১০। (ক) ১১। (গ) ১২। (ক) ১৩। (ক) ১৪। (ক) ১৫। (খ) ১৬। (খ) ১৭। (খ) ১৮। (খ) ১৯। (খ) ২০। (গ) ২১। (গ)

খ-৩ MCG : অভিন্ন তথ্যভিত্তিক নতুন নির্বাচনী প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতা স্তরের :

- ১। শিল্প ক্ষেত্রে অ্যামোনিয়া কারখানা ও সালফিউরিক এসিড কারখানা কাছাকাছি স্থাপন করা হয়। এর কারণ -
 (i) অ্যামোনিয়া ও H_2SO_4 থেকে রাসায়নিক সার তৈরির সুবিধা হয়।
 (ii) উভয় শিল্পে একই প্রকার কাঁচামাল ব্যবহার করা যায়।
 (iii) এক কারখানার নির্গত গ্যাসকে অপর কারখানার উপাদান দ্বারা প্রশমিত করা যায়।
 উপরোক্ত উদ্দীপক ব্যবহার করে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও।
 (১) উপরের কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
 (২) কেবল উভয় কারখানার উৎপাদ থেকে নিচের কোন কোন রাসায়নিক সার উৎপাদন সম্ভব হবে ?
 (ক) ইউরিয়া ও $(NH_4)_2SO_4$, (খ) ইউরিয়া ও NH_4NO_3 , (গ) ইউরিয়া ও T.S.P., (ঘ) $(NH_4)_2SO_4$
- ২। কৃষি কাজে ব্যবহৃত তিনটি রাসায়নিক সারের সংকেত হল ?
 (i) H_2NCONH_2 , (ii) $(NH_4)_2HPO_4$, (iii) $Ca(H_2PO_4)_2$
 উপরোক্ত উদ্দীপক ব্যবহার করে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও-
 (১) কোনটি TSP সারের সংকেত হবে ?
 (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)
 (২) কোন সারণিতে N এর শতকরা ভরের পরিমাণ সর্বাধিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (ii) ও (iii) > (ii)

৩। সর্বাধিক অ্যামোনিয়া ও SO_3 গ্যাস উৎপাদনের উত্তমুখী তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার সমীকরণ হল -



উপরোক্ত উদ্দীপক থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) উভয় বিক্রিয়ার অত্যনুকূল তাপমাত্রা হল -

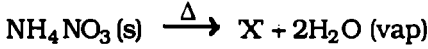
(ক) 300°C (খ) 350°C (গ) 450°C (ঘ) 550°C

(২) উভয় বিক্রিয়ার সর্বোচ্চ উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হল -

(ক) 20% NH_3 , 75% SO_3 (খ) 20% NH_3 , 95% SO_3

(গ) 15% NH_3 , 80% SO_3 (ঘ) 15% NH_3 , 75% SO_3 .

৪। অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করলে X নামক গ্যাস ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়। এর সমীকরণটি হল নিম্নরূপঃ



উপরোক্ত উদ্দীপক থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) 'X' চিহ্নিত গ্যাসটির নাম ও সংকেত কোন্টি?

(ক) নাইট্রাস গ্যাস (N_2O),

(খ) নাইট্রিক অক্সাইড (NO),

(গ) নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2),

(ঘ) নাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড (N_2O_5)

(২) 'X' চিহ্নিত গ্যাসটি C ও P এর সাথে উত্তপ্ত অবস্থায় বিক্রিয়া করে নিচের কোন গ্যাসটি উৎপন্ন করবে?

(ক) O_2

(খ) H_2

(গ) N_2

(ঘ) Cl_2

৫। নাইট্রোজেনের পাঁচটি অক্সাইডে N এর জারণ সংখ্যা +1 থেকে +5 হয়েছে। এদের মধ্যে একটি বাদামি গ্যাস, একটি তরলীভূত অবস্থায় গাঢ় নীল, একটি কঠিন অবস্থায় বর্ণহীন কেলাস। অপর দুটি বর্ণহীন গ্যাস। উদ্দীপক থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও। এদের সংকেত হল -

(i) N_2O

(ii) NO

(iii) N_2O_3

(iv) NO_2 (v) N_2O_5

(১) বাদামি বর্ণের গ্যাসটি হল কোন্টি?

(ক) N_2O

(খ) NO

(গ) NO_2

(ঘ) N_2O_5

(২) বাদামি বর্ণের গ্যাসটি এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড হওয়ায়, এটি পানিতে দ্রবীভূত হয়ে এসিড উৎপন্ন করে -

(ক) HNO_3

(খ) HNO_3 ও HNO_2

(গ) HNO_2

(ঘ) N_3H

খ-৩ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (১) (ঘ), (২) (ঘ); ২। (১) (গ), (২) (ক) ৩। (১) (গ), (২) (খ);

৪। (১) (ক), (২) (গ); ৫। (১) (গ), (২) (খ)



Id: www.facebook.com/tanbir.cox



Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks



Web: www.tanbircox.blogspot.com

গ্রুপ -VII মৌলসমূহের রসায়ন : হ্যালোজেন গ্রুপ

The Chemistry of the Elements of Group-VII : The Halogens

← s-block →		← p-block →											
IA	IIA							IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
		← d-block →										F	
												Cl	
												Br	
												I	
												At	
												← f-block →	

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- হ্যালোজেনের উৎস, ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মসমূহ
- হ্যালোজেনসমূহের আয়নীকরণ শক্তি, ইলেকটন আসক্তি, বন্ধন বিয়োজন এন্থালপি ও পারমাণবিক ব্যাসার্ধের প্রবণতা
- জারক হিসেবে হ্যালোজেনসমূহের বিক্রিয়া
- হ্যালাইড লবণের সাথে সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়া
- হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহের বিক্রিয়া
- বিভিন্ন হ্যালোজেন যৌগের ধর্মের পার্থক্য
- ক্লোরিনের বিভিন্ন জারণ অবস্থা; ক্লোরিনের অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া
- ক্লোরিন ও অন্যান্য হ্যালোজেনের ব্যবহার
- ক্ষার শিল্পে ক্লোরিনের যৌগসমূহের গুরুত্ব
- কৃষিবিজ্ঞানে ও পরিবেশের ওপর ক্লোরিন যৌগসমূহের প্রভাব

উদ্দেশ্য (Objectives)

- গ্রুপ-VIIA মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্ম সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ
- হ্যালোজেনের ধাতব যৌগ ও অধাতব যৌগ সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ
- কীটনাশক, বিশোধক, পলিমার ও হিমায়ক প্রস্তুতিতে হ্যালোজেনের ব্যবহার সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ
- ক্ষার শিল্পে ক্লোরিন যৌগের গুরুত্ব সম্বন্ধে জানা
- ক্লোরো-ফ্লোরো কার্বন যৌগের গুরুত্ব ও পরিবেশের ওপর এদের প্রভাব সম্পর্কে জ্ঞান লাভ

২.১ ভূমিকা (Introduction)

পর্যায় সারণিতে গ্রুপ VII দুটি উপ-গ্রুপে বিভক্ত। এদেরকে গ্রুপ VIIA ও VIIB গ্রুপ বলা হয়। গ্রুপ VIIB কে d-ব্লকসমূহের রসায়ন এর অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। তাই এ অধ্যায়ে গ্রুপ VIIA এর মৌলসমূহকে গ্রুপ VII এর প্রতিনিধিত্বকারী মৌল হিসেবে আলোচনা করা হল। গ্রুপ VIIA এর মৌলসমূহকে হ্যালোজেন গ্রুপও বলা হয়।

(ক) হ্যালোজেন : পর্যায় সারণির গ্রুপ-VIIA এর মোট পাঁচটি মৌল আছে। এগুলো হচ্ছে-ফ্লোরিন (F), ক্লোরিন (Cl), ব্রোমিন (Br), আয়োডিন (I) ও অ্যাস্টাটিন (At)। অ্যাস্টাটিনের কোন স্থায়ী আইসোটোপ নেই; এটা একটি তেজস্ক্রিয় মৌল। বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াসের দেয়া নাম 'হ্যালোজেন' দুটি গ্রিক শব্দ hals ও genas সমন্বয়ে গঠিত। Hals অর্থ সামুদ্রিক লবণ এবং Genas অর্থ উৎপাদকারী। সুতরাং হ্যালোজেন শব্দের অর্থ- 'সামুদ্রিক লবণ উৎপাদক'।

হ্যালোজেন বলতে ফ্লোরিন, ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিন-এ চারটি মৌলকেই বোঝায়। কারণ সমুদ্রের পানিতে ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের লবণই পাওয়া যায় এবং এদের মধ্যে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এর পরিমাণ সর্বাধিক (2.56%)। তদুপরি ফ্লোরিনের সোডিয়াম লবণের সাথে সামুদ্রিক লবণ NaCl এর সাদৃশ্য রয়েছে। এ কারণে এদেরকে হ্যালোজেন অর্থাৎ 'সামুদ্রিক লবণ উৎপাদক'-এরূপ নামকরণ করা হয়। হ্যালোজেনসমূহ দ্বিপরমাণুক (X₂)। হ্যালোজেন ও তড়িৎ ধনাত্মক মৌল দ্বারা গঠিত দ্বিমৌল যৌগসমূহকে হ্যালাইড (halides) বলা হয়।

(খ) হ্যালোজেনের ইলেকটন বিন্যাস ও সাধারণ বৈশিষ্ট্য : গ্রুপ-VIIA-এর হ্যালোজেন মৌলসমূহের ইলেকটন বিন্যাস নিম্নরূপ :

$$F(9) = 1s^2 \boxed{2s^2 2p^5}$$

$$Cl(17) = 1s^2 2s^2 2p^6 \boxed{3s^2 3p^5}$$

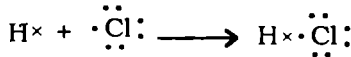
$$Br(35) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} \boxed{4s^2 4p^5}$$

$$I(53) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} \boxed{5s^2 5p^5}$$

এদের ইলেকটন বিন্যাসে সর্বশেষ শক্তিস্তরে সাতটি ইলেকটন (ns²np⁵) থাকায় এদের পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-VIIA এর মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। হ্যালোজেন মৌলসমূহের মধ্যে সর্বশেষ শক্তিস্তরে একই ইলেকটন বিন্যাস থাকায় পারমাণবিক সংখ্যার ক্রমবৃদ্ধি অনুসারে এদের ভৌত ধর্মে ক্রম পরিবর্তন ও রাসায়নিক ধর্মের মধ্যে বিস্তর সাদৃশ্য দেখা যায়। যেমন, X

(১) প্রকৃতি : হ্যালোজেনসমূহ দ্বিপরমাণুক অণু (X₂) বিশিষ্ট অধাতব মৌল।

(২) যোজ্যতা : সব হ্যালোজেনের যোজ্যতা স্তরের ইলেকটন বিন্যাস ns²np⁵ হওয়ায় অষ্টক পূর্ণ করার জন্য একটি ইলেকটন গ্রহণ বা শেয়ার করে। যেমন, দুটি ক্লোরিন পরমাণু পরস্পর ১টি করে ইলেকটন যোগান দিয়ে একটি ইলেকটন যুগল গঠন ও শেয়ার করে Cl₂ অণু গঠন করে। সুতরাং হ্যালোজেনসমূহের যোজ্যতা হল 1



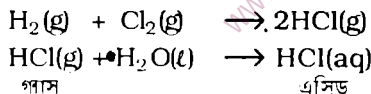
(৩) তড়িৎ ঋণাত্মকতা : যোজ্যতা স্তরের ওপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ প্রবল হওয়ায় হ্যালোজেনসমূহ তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক। এদের তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম হল : F > Cl > Br > I

(৪) জারক : ইলেকটনের প্রতি প্রবল আকর্ষণের কারণে হ্যালোজেনসমূহ সবল জারকরূপে ক্রিয়া করে।

(৫) হ্যালাইড গঠন : ধাতুর সঙ্গে এরা হ্যালাইড নামক দ্বিমৌল যৌগ গঠন করে। যেমন, NaF, NaCl, NaBr, NaI ইত্যাদি।



(৬) হাইড্রাসিড গঠন : সব হাইড্রোজেন হ্যালাইডের জলীয় দ্রবণ হ্যালোজেন হাইড্রাসিড গঠন করে। যেমন, HF(aq), HCl(aq), HBr(aq), HI(aq) ইত্যাদি।



উপরিউক্ত সদৃশ ধর্ম ও পরমাণুর বহিঃস্তরে ns²np⁵ ইলেকটন বিন্যাস থাকায় হ্যালোজেনসমূহকে পর্যায় সারণিতে গ্রুপ VIIA তে স্থান দেয়া হয়েছে।

২.২ হ্যালোজেন গ্রুপের মৌলসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম (Periodic properties of halogens)

নিম্নের ২.১ নং সারণিতে গ্রুপ-VIIA মৌলসমূহের কতিপয় গুরুত্বপূর্ণ পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম তালিকাভুক্ত করা হয়েছে। এ সারণি থেকে মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বৃষ্টির সাথে এ সব মৌলের পর্যায়ভিত্তিক ধর্মের ক্রম পরিবর্তন সুস্পষ্ট হবে।

সারণি- ২.১ : গ্রুপ-VIIA এর মৌলসমূহের কতিপয় পর্যায়ভিত্তিক ধর্মের আলোচনা

পর্যায়ভিত্তিক ধর্মাবলি	ফ্লোরিন F	ক্লোরিন Cl	ব্রোমিন Br	আয়োডিন I
১। পারমাণবিক সংখ্যা (Z) :	9	17	35	53
২। বহিস্থ শেলে ইলেক্ট্রন বিন্যাস :	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^5$	$3d^{10} 4s^2 4p^5$	$4d^{10} 5s^2 5p^5$
৩। পারমাণবিক ভর (A) :	19	35.46	79.92	126.91
৪। ভৌত অবস্থা ও বর্ণ : (কক্ষ তাপমাত্রায়)	গ্যাস, ফিকে হলুদ	সবুজাভ হলুদ গ্যাস	লাল বর্ণের তরল	কঠিন, গাঢ় বেগুনি
৫। গলনাঙ্ক ($^{\circ}C$) $T_m/^{\circ}C$:	-233	-103	-7.2	113.5
৬। স্ফুটনাঙ্ক ($^{\circ}C$) $T_b/^{\circ}C$:	-187	-35	59	183
৭। পারমাণবিক সমযোজন ব্যাসার্ধ (nm)	0.072	0.099	0.114	0.133
৮। আয়নিক ব্যাসার্ধ (nm) $[X^-$ আয়নের] :	0.136	0.181	0.195	0.216
(একক বন্ধন অবস্থায়) :				
৯। প্রমাণ বিজারণ বিভব, E° (V)	+2.87	+1.36	+1.07	+0.54
১০। ইলেকটন আসক্তি $[kJmol^{-1}$ এককে] :	-333	-348	-340	-297
১১। তড়িৎ ঋণাত্মকতা : (পার্ডলিং একক)	4	3	2.8	2.5
(F এর মান 4 ভিত্তিক)				
১২। আয়নীকরণ শক্তি $(kJmol^{-1})$	1693	1265	1151	1016
১৩। বন্ধন বিয়োজন শক্তি (এনথালপি) :	158	243	193	151
$X_2 \rightarrow 2X$ $[kJmol^{-1}$ এককে]				
১৪। NaX এর ল্যাটিস এনথালপি $(kJmol^{-1})$	-902	-771	-733	-684
১৫। জারণ অবস্থা :	-1	-1, +1,	-1, +1,	-1, +1,
(সাধারণত প্রদর্শিত জারণ সংখ্যা)		+3 +5, +7	+3 +5 +7	+3 +5, +7

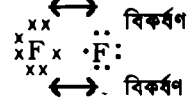
২.২.১ হ্যালোজেনসমূহের পর্যায়ভিত্তিক ভৌত ধর্ম (Periodic physical properties of halogens)

১। ভৌত অবস্থা ও বর্ণ : গ্রুপ-VIIA এর মৌলগুলো সাধারণ তাপমাত্রায় দ্বিপরমাণুক অবস্থায় থাকে। পারমাণবিক সংখ্যা বৃষ্টির সাথে এদের বর্ণের গাঢ়তা ও ভৌত অবস্থা পরিবর্তিত হয়। ফ্লোরিন ফিকে হলুদ গ্যাস, ক্লোরিন সবুজাভ হলুদ গ্যাস, ব্রোমিন লাল বর্ণের তরল ও আয়োডিন গাঢ় বেগুনি কঠিন পদার্থ। হ্যালোজেন অণু X_2 এর মধ্যে পারমাণবিক সংখ্যা বৃষ্টির সাথে X_2 অণুগুলোর মধ্যে ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল F_2 থেকে I_2 এর দিকে ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল এর বৃদ্ধি ক্রম হল $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$ । এ জন্য আয়োডিন কঠিন, ব্রোমিন তরল, ক্লোরিন ও ফ্লোরিন গ্যাস। অ্যাস্টাটিনও পুরোপুরি কঠিন পদার্থ।

২। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : উপরিউক্ত সারণি ২.১ থেকে দেখা যায়, হ্যালোজেন গ্রুপের মৌলসমূহের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক এদের পারমাণবিক সংখ্যা বৃষ্টির সাথে ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃষ্টির সাথে হ্যালোজেন পরমাণুতে মেঘের কিস্তি ঘটে। ফলে হ্যালোজেন অণু (X_2) গুলোর মধ্যকার ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল F_2 থেকে I_2 এর দিকে ক্রম বৃদ্ধি পায়। এজন্য তাদের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক সে অনুসারে বাড়ে।

৩। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ : সমযোজন ব্যাসার্ধ : বর্তমানে রঞ্জনরশ্মি বিবর্তন (X-ray diffraction), রমন বর্ণালী, আণবিক বর্ণালী পরীক্ষা দ্বারা বিভিন্ন পদার্থের পরমাণুসমূহের কেন্দ্রের দূরত্ব সঠিকভাবে মাপা যায়। তবে নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ ছাড়া অন্য সব মৌলের পরমাণুসমূহ মুক্তভাবে থাকে না। ফলে মুক্ত পরমাণুসমূহের সত্যিকার ব্যাসার্ধ মাপা সহজ নয়। তাই মৌলের প্রকৃত পারমাণবিক ব্যাসার্ধ অপেক্ষা সমযোজন ব্যাসার্ধ অধিক ব্যবহৃত হয়। সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ অবস্থায় পরমাণুর কার্যকর ব্যাসার্ধকে মৌলের সমযোজন ব্যাসার্ধ বলা হয়। হ্যালোজেন মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সে সব মৌলের সমযোজন ব্যাসার্ধ ও আয়নিক ব্যাসার্ধ ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। যেহেতু একই শ্রেণীতে মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে নতুনভাবে ইলেকটনীয় কক্ষপথ যুক্ত হয়, সেহেতু এ বৃদ্ধি স্বাভাবিক।

৪। বন্ধন বিয়োজন শক্তি (এনথালপি) : দ্বিপরমাণুক হ্যালোজেন অণুর বন্ধন বিয়োজন শক্তি বলতে X-X বন্ধন শক্তিকে বোঝায়। হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে ফ্লোরিন পরমাণুর আকার সবচেয়ে ছোট। তাই ফ্লোরিন অণুর সমযোজন ব্যাসার্ধ (F - F) সবচেয়ে কম; প্রায় 0.072 nm। ক্লোরিন অণু ও ব্রোমিন অণুর সমযোজন ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 0.099 nm এবং 0.114 nm. অর্থাৎ F₂ অণু সবচেয়ে বেশি স্থায়ী অণু এবং এর বিয়োজন শক্তি সবচেয়ে বেশি হওয়া উচিত। কিন্তু বাস্তবে F₂ এর বন্ধন বিয়োজন শক্তি (158 kJmol⁻¹)। Cl₂ ও Br₂ এর বন্ধন বিয়োজন শক্তি (যথাক্রমে 243 kJ, 193 kJ) অপেক্ষা কম এবং আয়োডিনের প্রায় সমান 151 kJmol⁻¹। এর কারণ হল F₂ এর উভয় পরমাণুর 2p অরবিটালের নিঃসঙ্গ ইলেকটনের পারস্পরিক বিকর্ষণের পরিমাণ Cl₂ এর উভয় পরমাণুর



চিত্র ২.১ : F₂ অণুতে দুটি F পরমাণুর শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন যুগলের মধ্যে বিকর্ষণ।

3p অরবিটালের নিঃসঙ্গ ইলেকটনের বিকর্ষণের পরিমাণ থেকে বেশি। ফলে F - F সমযোজী বন্ধন তুলনামূলকভাবে দুর্বল হয় এবং ফ্লোরিন অণু সবচেয়ে কম স্থায়ী। উল্লেখ্য, ফ্লোরিন অণুর নিম্ন বন্ধন বিয়োজন শক্তি (158 kJmol⁻¹) এবং এর সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতা মিলে ক্লোরিনকে সবচেয়ে অধিক সক্রিয় মৌলে পরিণত করেছে। অপরদিকে ক্লোরিন অণু (Cl₂) এর বন্ধন বিয়োজন শক্তি হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে সবচেয়ে বেশি (প্রায় 243 kJmol⁻¹)। ফলে এর সমযোজী বন্ধন (Cl - Cl) এর স্থায়িত্ব সবচেয়ে বেশি।

৫। আয়নীকরণ শক্তি : গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের এক মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু হতে সবচেয়ে শিথিলভাবে যুক্ত এক মোল ইলেকটনকে অপসারণ করে এক মোল একক ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে উক্ত মৌলের আয়নীকরণ শক্তি বলে। মৌলের আয়নীকরণ শক্তি একটি পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম। তাই অন্যান্য গ্রুপের মৌলের ন্যায় গ্রুপ-VIIA মৌলের বেলায়ও এদের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে এদের আয়নীকরণ শক্তি কমেতে থাকে। কেননা পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পায়। ফলে সর্ববহিস্থ ইলেকটনের ওপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমে যায়।

উল্লেখ্য, Na ও K এর প্রথমে আয়নীকরণ শক্তি হল যথাক্রমে 494 kJmol⁻¹ ও 418 kJmol⁻¹; কিন্তু F, Cl, Br ও I এর বেলায় প্রথম আয়নীকরণ শক্তি হল যথাক্রমে 1693 kJmol⁻¹, 1265 kJmol⁻¹, 1151 kJmol⁻¹ ও 1016 kJmol⁻¹। এ উচ্চ আয়নীকরণ শক্তি নির্দেশ করে যে, হ্যালোজেনসমূহ অধাতু এবং হ্যালোজেনসমূহকে বাস্তবে ধনাত্মক আয়নে পরিণত করা যায় না।

৬। ইলেকটন আসক্তি : অসীম দূরত্ব হতে এক মোল ইলেকটনকে কোন মৌলের বিচ্ছিন্ন এক মোল পরমাণুতে যোগ করে এক মোল একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন তৈরি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকেই সে মৌলের ইলেকটন আসক্তি বলা হয়। সাধারণভাবে একই গ্রুপের মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে যেহেতু পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পায়, তাই আগমনকারী ইলেকটনের ওপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমে যায়। ফলে একই গ্রুপের মৌলসমূহে ইলেকটন আসক্তিও কমে যেতে থাকে। কিন্তু দেখা যায়, ফ্লোরিনের ইলেকটন আসক্তি প্রায় -333 kJmol⁻¹ যা ক্লোরিনের ইলেকটন আসক্তি প্রায়-348 kJmol⁻¹ অপেক্ষা কম। এর কারণ দ্বিতীয় অরবিটালের আকার কম হওয়ায় তাতে ইলেকটন মেঘের ঘনত্ব তুলনামূলকভাবে বেশি থাকে। ফলে আগমনকারী ইলেকটনের প্রতি দ্বিতীয় অরবিটালের ইলেকটনসমূহের বিকর্ষণ ফল বেশি হয় এবং ইলেকটন আসক্তি কমে যায়।

৭। তড়িৎঋণাত্মকতা : সময়োজ্জী বন্ধনে আবদ্ধ কোন যৌগের অণুতে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক শেয়ারকৃত ইলেকটন যুগলকে নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে সেই মৌলের ইলেকট্রোনেগেটিভিটি বা তড়িৎঋণাত্মকতা বলা হয়। পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম মতে একই গ্রুপের মৌলসমূহের তড়িৎঋণাত্মকতা ওপর দিক থেকে নিচের দিকে কমতে থাকে। হ্যালোজেনের বেলায়ও দেখা যায় ফ্লোরিনের তড়িৎঋণাত্মকতা সবচেয়ে বেশি 4 একক এবং তা ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের বেলায় যথাক্রমে 3, 2.8 এবং 2.5 এককে ক্রম হ্রাস পেয়েছে।

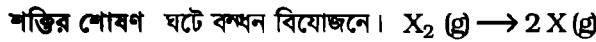
৮। ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল : X_2 এর অণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল ক্রম বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ হ্যালোজেনসমূহের বেলায় ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বলের ক্রম হল $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$ । এ আকর্ষণ বলের ক্রমবৃদ্ধি হ্যালোজেনসমূহের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের ক্রম বৃদ্ধির ব্যাখ্যা দেয়।

২.৩ হ্যালোজেনসমূহের পর্যায়ভিত্তিক রাসায়নিক ধর্ম (Periodic chemical properties of halogens)

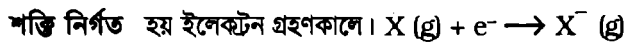
১। হ্যালোজেন যৌগসমূহে রাসায়নিক বন্ধন প্রকৃতি ও হ্যালোজেনের জারণ ক্ষমতা : হ্যালোজেনসমূহের যোজনী ইলেকট্রন সংখ্যা হল 7 যেমন, $ns^2 np^5$ অর্থাৎ নিষ্ক্রিয় গ্যাস অপেক্ষা এসব মৌলের সর্ববহিঃশক্তি স্তরে একটি করে ইলেকট্রন কম আছে। তাই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভের জন্য এরা দু'ভাবে রাসায়নিক বন্ধন যেমন, আয়নিক বন্ধন ও সময়োজ্জী বন্ধন গঠন করতে পারে। যেমন,

আয়নিক বন্ধন গঠন : তড়িৎঋণাত্মক মৌল বা ধাতু থেকে একটি ইলেকট্রন হ্যালোজেন পরমাণু গ্রহণ করে হ্যালাইড আয়ন (X^-) গঠন করে। নিম্নোক্ত তিনটি ভৌত বৈশিষ্ট্য বা ফ্যাক্টর-এর ওপর নির্ভরশীল হয়ে হ্যালোজেন পরমাণুসমূহ আয়নিক হ্যালাইড (X^-) গঠন করে।

ভৌত বৈশিষ্ট্য (১) : X_2 (g) এর বন্ধন বিয়োজন শক্তি (এনথালপি);



ভৌত বৈশিষ্ট্য (২) : X পরমাণুর প্রথম ইলেকট্রন আসক্তি;



ভৌত বৈশিষ্ট্য (৩) : উৎপন্ন ধাতব হ্যালাইডের ল্যাটিস এনথালপি; এতে শক্তি নির্গত

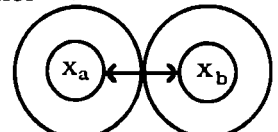


ভৌত বৈশিষ্ট্য (১), (২) ও (৩) এর স্ট্যান্ডার্ড বা প্রমাণ মান অনুচ্ছেদ ২.২ এর সারণি ২.১ এ দেয়া আছে।

(ক) বন্ধন বিয়োজন শক্তি (এনথালপি); [ভৌত বৈশিষ্ট্য (১)] :

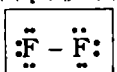
হ্যালোজেন অণুর (X-X) বন্ধন শক্তি একই গ্রুপের ওপর থেকে নিম্ন দিকে হ্রাস পেতে থাকে। প্রত্যেকের বৃদ্ধিতে পারা স্বাভাবিক যে হ্যালোজেনসমূহের পরমাণুর আকার বৃদ্ধির সাথে এদের অণুর বন্ধন (X-X) শক্তি হ্রাস পায় [সারণি ২.১ দ্রষ্টব্য] এবং তা ফ্লোরিন বাদে অন্য সব হ্যালোজেনের বেলায় নিম্নরূপে ঘটে : $Cl_2 > Br_2 > I_2$ । Cl_2 , Br_2 , I_2 এর বন্ধন বিয়োজন শক্তি যথাক্রমে 243, 193, 151 kJmol^{-1} ।

হ্যালোজেন অণুর বন্ধনের ক্ষেত্রে, পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে উভয় হ্যালোজেন পরমাণুর মধ্যবর্তী বন্ধন দূরত্ব বাড়ে থাকে। তখন প্রথম পরমাণুর ইলেকট্রনের ওপর দ্বিতীয় হ্যালোজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াস (X_a) এর আকর্ষণ কমতে থাকে। ফ্লোরিন অণুর বন্ধন শক্তি (এনথালপি)



চিত্র ২.২ : হ্যালোজেন অণুতে বন্ধন দূরত্ব।

স্বাভাবিকভাবে অপর হ্যালোজেনের চেয়ে কম। এর কারণ হল যে ফ্লোরিন পরমাণুর আকার অন্য সব হ্যালোজেন পরমাণুর চেয়ে ছোট; তাই সময়োজ্জী বন্ধনে আবদ্ধ ফ্লোরিন অণুর (F-F) নিঃসজ্জা ইলেকট্রন যুগল অন্য সব হ্যালোজেন অণুর চেয়ে পরস্পরের খুব কাছে থাকে। ফলে ফ্লোরিন পরমাণুর নিঃসজ্জা ইলেকট্রন যুগলের মধ্যে পরস্পরের প্রতি বিকর্ষণ বেশি হয় যা উভয় পরমাণুর মধ্যবর্তী বন্ধনকে দুর্বল করে।



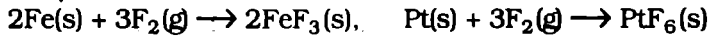
(খ) ইলেকটন আসক্তি; [ভৌত বৈশিষ্ট্য (২)] :

সাধারণত একই গ্রুপের যেমন, গ্রুপ-VIIA এর মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে পরমাণুর আকার বেড়ে যায় তাই একই গ্রুপের ওপর থেকে নিচের দিকে মৌলের ইলেকটন আসক্তি কম হওয়া স্বাভাবিক। কিন্তু ফ্লোরিনের ইলেকটন আসক্তি (-333 kJmol^{-1}) ক্লোরিনের ইলেকটন আসক্তি (-348 kJmol^{-1}) অপেক্ষা কম। এর কারণ দ্বিতীয় অরবিটালের আকার পরবর্তী তৃতীয় ও অন্য সব অরবিটাল থেকে ছোট হওয়ায় আগমনকারী ইলেকটনের প্রতি ফ্লোরিন পরমাণুর দ্বিতীয় অরবিটালের ইলেকটনসমূহের মধ্যে বিকর্ষণ বেশি হয় এবং এর ইলেকটন আসক্তি কমে যায়।

(গ) ধাতব হ্যালাইডের ল্যাটিস এনথালপি [ভৌত বৈশিষ্ট্য (৩)] :

NaX এর স্ট্যান্ডার্ড ল্যাটিস এনথালপি [সারণি ২.১ দ্রষ্টব্য] এর মান তুলনা করলে দেখা যায় যে, NaF এর ল্যাটিস এনথালপির মান সবচেয়ে বেশি ঋণাত্মক $\text{NaF} (-902)$, $\text{NaCl} (-771)$, $\text{NaBr} (-733)$, $\text{NaI} (-684 \text{ kJmol}^{-1})$ । ফ্লোরাইড আয়ন (F^-) এর আকার খুব ছোট হওয়ায় ধাতব ক্যাটায়ন ও ফ্লোরাইড আয়ন উভয়ে আয়নিক ল্যাটিস গঠনের বেলায় প্রচুর পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়।

ফ্লোরিন ও ধাতুর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ধাতব ফ্লোরাইডে ধাতুর জারণ অবস্থা সর্বোচ্চ হয়ে থাকে। ফ্লোরিনের বেলায় বন্ধন বিয়োজন এনথালপি (ভৌত বৈশিষ্ট্য-১) অন্য সব হ্যালোজেনের তুলনায় কম তাপশোষী ($+\Delta H$) হয়। কিন্তু ফ্লোরিনের ইলেকটন আসক্তি (ভৌত বৈশিষ্ট্য-২) ও ল্যাটিস এনথালপি (ভৌত বৈশিষ্ট্য-৩) খুব তাপোৎপাদী ($-\Delta H$) হওয়ায় তা ধাতুর আয়নীকরণ এনথালপি ($+\Delta H$) এর জন্য ব্যয়িত হয়। তাই ফ্লোরিনের সাথে বিক্রিয়াকালে ধাতুসমূহ তাদের সর্বোচ্চ জারণ অবস্থা ব্যবহার করতে সক্ষম হয়। [সারণি ২.২, দ্রষ্টব্য]



সমযোজী বন্ধন গঠন : অধাতুসমূহ ও X_2 অণুতে হ্যালোজেন পরমাণুসমূহ সমযোজী বন্ধন গঠন করে। [সারণি ২.৩ দ্রষ্টব্য] ফ্লোরিনের যোজ্যতা ইলেকটন ২য় শক্তিস্তরে যেখানে d-অরবিটাল নেই। কিন্তু অন্যান্য হ্যালোজেন পরমাণুর বেলায় খালি d অরবিটাল আছে। এসব d অরবিটাল ও p অরবিটালসমূহ প্রায় সমশক্তি সম্পন্ন। তাই ক্লোরিন ও পরবর্তী হ্যালোজেন পরমাণু উত্তম অবস্থায় তাপ শোষণ করে তাদের p অরবিটাল থেকে ইলেকটন d-অরবিটালে উন্নীত করে তাদের বিছোড় ইলেকটন সংখ্যা অর্থাৎ সমযোজী বন্ধন সংখ্যা বৃদ্ধি করতে পারে। নিচে ফ্লোরিন ও ক্লোরিন পরমাণুর সাধারণ ও উদ্দীপিত অবস্থায় তাদের ইলেকটন বিন্যাস দেখান হল।

$2p$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ $2s$ $\uparrow\downarrow$ $1s^2$ F	$3d$ $\square\square\square\square$ $3p$ $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ $3s$ $\uparrow\downarrow$ $1s^2 2s^2 2p^6$ Cl	$3d$ $\uparrow \square\square\square$ $3p$ $\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$ $3s$ $\uparrow\downarrow$ $1s^2 2s^2 2p^6$ Cl^*
--	--	--

F-এর সাধারণ অবস্থা। একটি বিছোড় ইলেকট্রন থাকায় একটি সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে।

সাধারণ অবস্থা
Cl-এর সাধারণ অবস্থা। একটি বিছোড় ইলেকট্রন থাকায় একটি সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে।

উদ্দীপিত অবস্থা
Cl* এর প্রথম উদ্দীপিত অবস্থা। তিনটি বিছোড় ইলেকট্রন থাকায় তিনটি সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে।

অধাতু ও ফ্লোরিনের বিক্রিয়াকালে অধাতুসমূহ তাদের সর্বোচ্চ জারণ অবস্থায় ফ্লোরিন দ্বারা জারিত হয়। এর কারণ, অধাতু ও ফ্লোরিনের মধ্যে সমযোজী বন্ধনের সময় প্রচুর তাপশক্তি নির্গত হয় অর্থাৎ এদের সমযোজী বন্ধন এনথালপির মান খুব বেশি। বিক্রিয়ায় নির্গত প্রচুর তাপশক্তি অধাতু পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের যুগ্ম ইলেকটনকে অযুগ্ম ইলেকটনরূপে তাদের উচ্চ অরবিটালে উন্নীত করতে সক্ষম হয়।

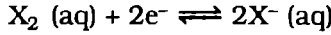
২। হ্যালোজেনের জারণ ক্ষমতা : ইলেকটন মতবাদ অনুসারে যে পদার্থ ইলেকটন গ্রহণ করে তাকে জারক বলে। সুতরাং যে মৌল যত সহজেই ইলেকটন গ্রহণ করতে পারবে সে মৌল ততই শক্তিশালী জারক হবে। প্রত্যেক

হ্যালোজেনের যোজ্ঞতা স্তরে সাতটি করে ইলেকট্রন ns^2np^5 থাকায় অর্ধেক পূর্ণ করার জন্য প্রত্যেক হ্যালোজেন পরমাণু বিক্রিয়াকালে একটি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে। তাই প্রত্যেক হ্যালোজেন সাধারণ অর্ধে জারক।

আবার কোন মৌলের জারণ ক্ষমতা নিম্নোক্ত বিষয়ের ওপর নির্ভর করে :

- (ক) মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি (অধিক ঋণাত্মক মান),
 (খ) প্রমাণ বিজারণ বিভব (অধিক ধনাত্মক মান),
 (গ) বন্ধন বিয়োজন এনথালপি (নিম্ন ধনাত্মক মান),

তুলনা করলে দেখা যায়, (১) হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি $(-348 \text{ kJmol}^{-1})$ ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি $(-333 \text{ kJmol}^{-1})$ অপেক্ষা বেশি। তাই ফ্লোরিন সর্বাধিক শক্তিশালী জারক হওয়া স্বাভাবিক। কিন্তু জারণ ক্ষমতা কেবল ইলেকট্রন আসক্তির ওপরই নির্ভর করে না। বরঞ্চ (২) প্রমাণ বিজারণ বিভবের ওপরও জারণ ক্ষমতা নির্ভর করে। হ্যালোজেনের জারণ ক্ষমতা নিম্নোক্ত বিক্রিয়ায় প্রমাণ বিজারণ বিভব দ্বারা পরিমাপ করা হয় :



হ্যালোজেনসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান (E°) থেকে হ্যালোজেনসমূহের জারণ ক্ষমতা তুলনা করা যায়। প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান যত বেশি ধনাত্মক হয় সে মৌল তত বেশি শক্তিশালী জারক হয়।

হ্যালোজেনসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভব হল $F = +2.87V$, $Cl = +1.36V$, $Br = +1.07V$, $I = +0.54V$ ।

জানা মৌলের মধ্যে ফ্লোরিনের প্রমাণ বিজারণ বিভব সবচেয়ে অধিক ধনাত্মক ($E^\circ_{F_2/2F^-} = +2.87$ ভোল্ট)।
 (৩) আবার হ্যালোজেন অণুসমূহের মধ্যে ফ্লোরিন অণুর বন্ধন বিয়োজন এনথালপি Cl_2 ও Br_2 অণু থেকে কম। তাই ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি $(-348 \text{ kJmol}^{-1})$ ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি $(-333 \text{ kJmol}^{-1})$ অপেক্ষা বেশি হওয়া সত্ত্বেও ফ্লোরিন সবচেয়ে শক্তিশালী জারক। সুতরাং হ্যালোজেনের জারণ ক্ষমতা ক্রম হল $F > Cl > Br > I$ ।

ফ্লোরিন সবচেয়ে প্রবল জারক হওয়ায় ফ্লোরিনকে বাস্তবে জারক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না। ফ্লোরিন ও ফ্লোরিন পানি সাধারণত জারকরূপে ব্যবহৃত হয়। ফ্লোরিন পানিতে দুটি জারক পদার্থ থাকে। এদের মধ্যে একটি হল ফ্লোরিন দ্বিতীয়টি হল ক্লোরিক (I) এসিড $HClO$ ।

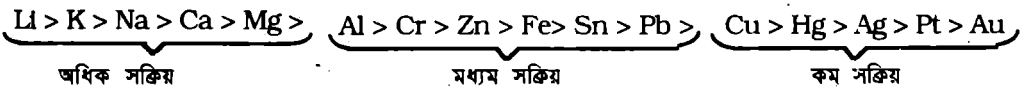
২.৩.১ জারক হিসেবে হ্যালোজেনসমূহের বিক্রিয়া (Reactions of halogens as oxidants)

প্রত্যেক পর্যায়ের শেষ সক্রিয় মৌলটি হল হ্যালোজেন সদস্য। তাই হ্যালোজেনসমূহ তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল এবং জারকরূপে সক্রিয় মৌল। এদের জারণ ক্ষমতার ক্রম প্রধানত এদের প্রমাণ বিজারণ বিভব (E°) এর ধনাত্মক মানের ওপর নির্ভর করে। প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান অনুসারে চারটি হ্যালোজেনের জারণ ক্ষমতার ক্রম হল নিম্নরূপ :



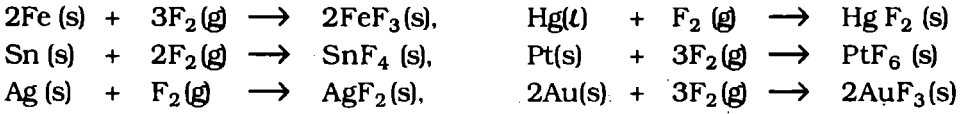
হ্যালোজেনসমূহের গ্রুপভিত্তিক জারণ বিক্রিয়াসমূহকে তুলনামূলকভাবে (১) ধাতু, (২) অধাতু, (৩) বিজারণধর্মী যৌগ ও (৪) জৈব যৌগ ইত্যাদি ৫ গীতে আলোচনা করা হল। যেমন,

১। ধাতুর সাথে হ্যালোজেনের জারণ ক্রিয়া : সক্রিয়তা সিরিজে ধাতুসমূহের অবস্থানের ক্রম অনুসারে ধাতু ও হ্যালোজেনসমূহ বিভিন্নভাবে বিক্রিয়া করে। ধাতুর সাথে হ্যালোজেনের জারণ ক্রিয়ার সক্রিয়তা নিম্নের ক্রম অনুসারে হ্রাস পেয়ে থাকে।

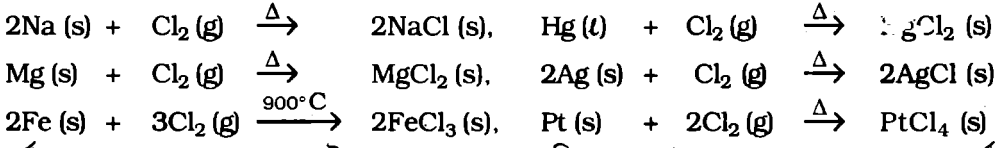


অধিক সক্রিয় ধাতু ও মধ্যম সক্রিয় ধাতু সব হ্যালোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে। Ag , Pt , Au প্রভৃতি ধাতু ব্রোমিন ও আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করে না।

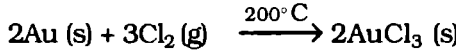
(ক) প্রবল জারক ক্লোরিনের সাথে ধাতুর বিক্রিয়া : অধিক সক্রিয় ও মধ্যম সক্রিয় ধাতুসমূহ প্রবল জারক ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়ায় ধাতব ক্লোরাইড গঠন করে। বিক্রিয়াসমূহ তাপোৎপাদী হওয়ায় বিক্রিয়াকালে আগুন ধরে যায়। Fe, Sn, Ag, Pt, Au প্রভৃতি ধাতু কক্ষতাপমাত্রায় F₂ দ্বারা জারিত হয়ে ধাতুর সর্বোচ্চ জারণ অবস্থার ক্লোরাইড লবণ গঠন করে।



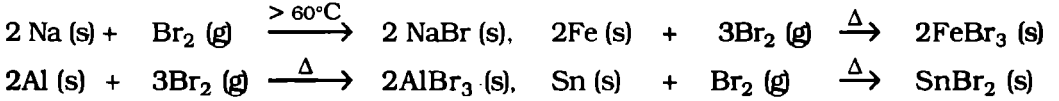
(খ) সবল জারক ক্লোরিনের সাথে ধাতুর বিক্রিয়া : প্রায় সব ধাতু বিভিন্ন তাপমাত্রায় ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে। সব ধাতু Cl₂ দ্বারা জারিত হয়ে উচ্চতর জারণ অবস্থায় ক্লোরাইড লবণ গঠন করে। অধিক সক্রিয় ধাতুসমূহ গুঁড়া ও উত্তপ্ত অবস্থায় জ্বলে ওঠে। মধ্যম সক্রিয় ও কম সক্রিয় ধাতুসমূহ উত্তপ্ত অবস্থায় Cl₂ এর সাথে বিক্রিয়া করে।



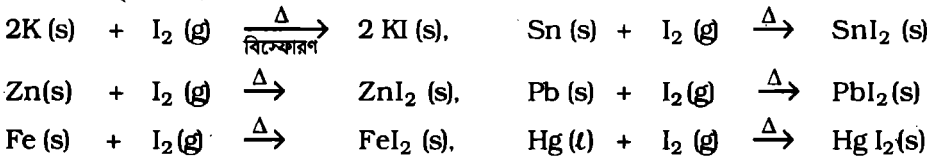
স্বর্ণকে প্রায় 200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে এর ওপর দিয়ে Cl₂ গ্যাস চালনা করলে গাঢ় লাল বর্ণের অরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



(গ) জারক ব্রোমিনের সাথে ধাতুর বিক্রিয়া : উত্তপ্ত অবস্থায় অধিকাংশ ধাতু যেমন, Na, K, Mg, Al, Fe, Sn ইত্যাদি ব্রোমিন বাষ্পের দ্বারা জারিত হয়ে ধাতব ব্রোমাইড গঠন করে। Ag, Pt, Au প্রভৃতি ধাতু ব্রোমিন দ্বারা জারিত হয় না।



(ঘ) দুর্বল জারক আয়োডিনের সাথে ধাতুর বিক্রিয়া : উচ্চ তাপমাত্রায় অধিকাংশ ধাতু যেমন, সক্রিয় ধাতুসমূহ এবং Zn, Fe, Sn, Pb, Hg ইত্যাদি আয়োডিন বাষ্পের দ্বারা জারিত হয়ে ধাতব আয়োডাইড গঠন করে। Ag, Pt, Au প্রভৃতি ধাতু আয়োডিন দ্বারা জারিত হয় না।



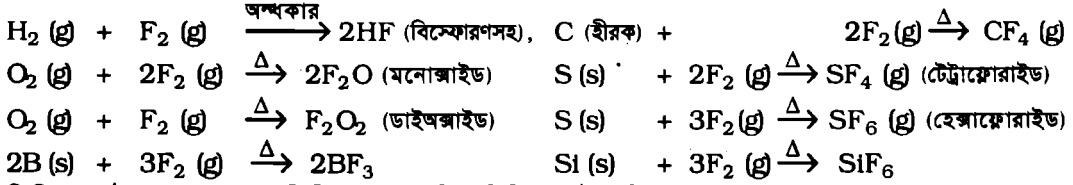
সারণি-২.২ : কিছু ধাতুর সাথে হ্যালোজেনসমূহের বিক্রিয়ার তালিকা।

ধাতু	ফ্লোরিন, F	ক্লোরিন, Cl	ব্রোমিন, Br	আয়োডিন I
অধিকাংশ ধাতুর সাথে	আগুন ধরে	উত্তপ্ত অবস্থায় বিক্রিয়া ঘটে		
স্বর্ণ (Au)	বিক্রিয়া করে	"		
প্রাটিনাম (Pt)	PtF ₆	PtCl ₄	বিক্রিয়া ঘটে না	
সিলভার (Ag)	AgF ₂	AgCl	বিক্রিয়া ঘটে না	
আয়রন (Fe)	FeF ₃	FeCl ₃	FeBr ₃	FeI ₂
টিন (Sn)	SnF ₄	SnCl ₄	SnBr ₂	SnI ₂
ইউরেনিয়াম (U)	UF ₆	UCl ₄	UBr ₄	UI ₄

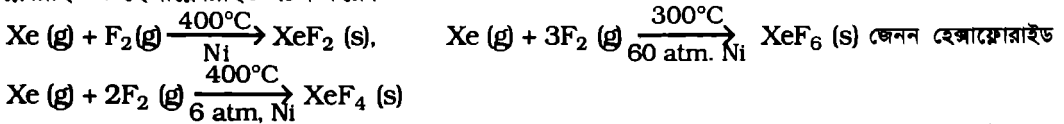
২। অধাতুর সাথে হ্যালোজেনের জারণ বিক্রিয়া : অধাতুসমূহ হ্যালোজেনের সাথে সমযোজী যৌগ গঠন করে। এক্ষেত্রে হ্যালোজেনের সক্রিয়তা ক্রম অনুসারে অধাতুসমূহ হ্যালোজেন দ্বারা জারিত হয়। F পরমাণুর আকার ছোট, কিন্তু এতে কোন খালি 2d অরবিটাল থাকে না; অপরদিকে Cl পরমাণুর আকার বড়, কিন্তু এতে খালি 3d অরবিটাল থাকে। তাই F ও অধাতুর সাথে সমযোজী বন্ধনকালে নির্গত প্রচুর তাপশক্তি অধাতু পরমাণুর সম্ভাব্য খালি 3d অরবিটাল ব্যবহার করে, ফলে অষ্টক সম্প্রসারণ ঘটে। অপরদিকে Cl পরমাণু উত্তম অবস্থায় নিজেই খালি 3d অরবিটাল ব্যবহার করে অষ্টক সম্প্রসারণ করতে পারে। উভয়ক্ষেত্রে অধাতু ও হ্যালোজেনের অবস্থা অনুসারে সর্বাধিক জারণ বিক্রিয়া ঘটে।

(ক) প্রবল জারক ফ্লোরিনের সাথে অধাতুর বিক্রিয়া : নাইট্রোজেন, হিলিয়াম, নিয়ন ও আর্গন বাদে ফ্লোরিন অবশিষ্ট হ্যালোজেন Cl, Br, I ও অপরাপর তেরটি অধাতব মৌলের সাথে কক্ষ তাপমাত্রায় ও উত্তম অবস্থায় বিক্রিয়া করে। উৎপন্ন ফ্লোরাইড যৌগসমূহে সংশ্লিষ্ট অধাতুর সর্বোচ্চ জারণ অবস্থা বিরাজ করে।

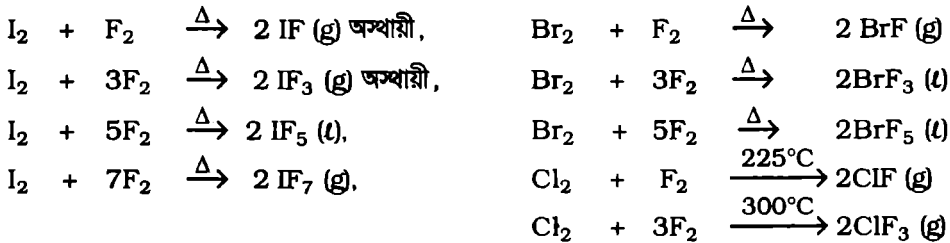
সক্রিয় মৌলসহ F₂ এর বিক্রিয়া : F₂ গ্যাস ও H₂ গ্যাস অশ্বকারে এমনকি -200°C নিম্ন তাপমাত্রায় বিস্ফোরণ সহকারে যুক্ত হয়ে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড (HF) উৎপন্ন করে। উত্তম অবস্থায় F₂ গ্যাস অক্সিজেন, বোরন, কার্বন বা হীরক ও সালফারের সাথে বিক্রিয়া করে।



নিষ্ক্রিয় মৌলসহ F₂ এর বিক্রিয়া : ফ্লোরিন নিষ্ক্রিয় মৌল বিশেষত বড় আকারের জেনন পরমাণুর সাথে নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে 400°C তাপমাত্রায় ও অধিক চাপে বিক্রিয়া করে জেনন ডাইফ্লোরাইড, টেট্রাফ্লোরাইড ও হেক্সাফ্লোরাইড গঠন করে।



আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ গঠনে F₂ : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও চাপে দুটি ভিন্ন হ্যালোজেন সরাসরি নিজেদের মধ্যে যুক্ত হয়ে যে দ্বিমৌল ডায়াম্যাগনেটিক যৌগ গঠন করে, তাদেরকে আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ বলে। এসব যৌগকে কম তড়িৎ ঋণাত্মক হ্যালোজেন সদস্যের হ্যালাইডরূপে গণ্য করা হয়। ফ্লোরিনের সাথে আয়োডিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য সবচেয়ে বেশি এবং আকারে আয়োডিন পরমাণু বড় হওয়ায় আয়োডিনের ফ্লোরাইড যেমন, আয়োডিন মনোফ্লোরাইড, ট্রাইফ্লোরাইড, পেন্টাফ্লোরাইড ও হেক্সাফ্লোরাইড গঠিত হয়। এছাড়া ব্রোমিন ও ক্লোরিনের ফ্লোরাইড রয়েছে।



(খ) সবল জারক ক্লোরিনের সাথে অধাতুর বিক্রিয়া : ক্লোরিনের সক্রিয়তা ফ্লোরিনের চেয়ে কম। তাই পাঁচটি নিষ্ক্রিয় মৌল যেমন, He, Ne, Ar, Kr, Xe সহ N₂, C, O₂ এর সাথে সরাসরি Cl₂ গ্যাসের কোন বিক্রিয়া ঘটে না। অবশিষ্ট অধাতব মৌলসমূহ বিশেষত S, P, H₂ এর সাথে Cl₂ এর উল্লেখযোগ্য জারণ বিক্রিয়া ঘটে।

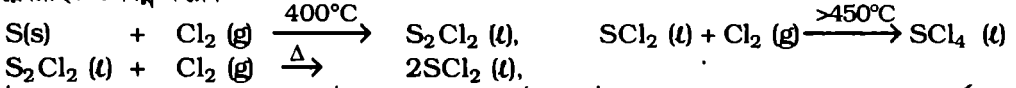
সক্রিয় মৌলসহ Cl_2 এর বিক্রিয়া : সূর্যালোকে অথবা উত্তমত অবস্থায় H_2 ও Cl_2 গ্যাস বিস্ফোরণসহ প্রবল

বিক্রিয়ায় HCl গ্যাস উৎপন্ন করে। $H_2 (g) + Cl_2 (g) \xrightarrow{h\nu} 2HCl (g)$ (বিস্ফোরণসহ)

কক্ষতাপমাত্রায় P ও Cl_2 প্রবল বিক্রিয়ায় ছুঁলে ওঠে এবং অল্প Cl_2 সহ তরল PCl_3 ও বেশি Cl_2 সহ কঠিন PCl_5 গঠন করে। $2P (s) + 3Cl_2 (g) \rightarrow 2PCl_3 (l)$, $2P (s) + 5Cl_2 (g) \rightarrow 2PCl_5 (s)$

অনুরূপভাবে $2As (s) + 3Cl_2 (g) \rightarrow 2AsCl_3 (l)$.

গলিত সালফার ও অল্প Cl_2 গ্যাসের বিক্রিয়ায় হলুদ বর্ণের সালফার মনোক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। কিন্তু ফুটন্ত সালফার ও অধিক Cl_2 গ্যাসের উপস্থিতিতে গাঢ় লাল বর্ণের সালফার ডাইক্লোরাইড ও পরে তরল সালফার টেট্রাক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

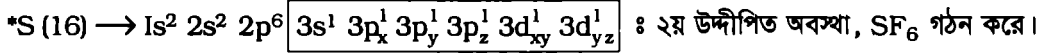
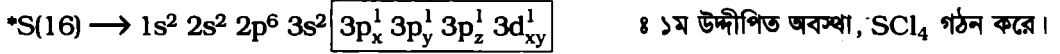


উৎপন্ন SCl_4 এ সালফারের অষ্টক সম্পূর্ণ ঘটেছে। উল্লেখ্য সালফারের সাথে Cl_2 সর্বোচ্চ SCl_4 গঠন করলেও সালফারের সাথে F_2 সর্বোচ্চ SF_6 গঠন করতে পারে। এর কারণ নিম্নরূপে ব্যাখ্যা করা যায় :

(১) ফ্লোরিন পরমাণুর আকার ছোট এবং সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল; অপরদিকে ক্লোরিন পরমাণুর আকার ফ্লোরিন থেকে বড় এবং ক্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা ফ্লোরিনের চেয়ে কম।

(২) সালফারের যোজ্যতা স্তর হল তৃতীয় শক্তিস্তর এবং এতে $3p_x^1$ ও $3p_z^1$ সহ খালি d-অরবিটাল আছে।

তাই তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক F পরমাণুর প্রভাবে উদ্দীপিত সালফার (*S) পরমাণুর সর্ববহিস্থ তৃতীয় শক্তিস্তরের $3s^2$ ও $3p_x^2$ যুগল ভেঙে মোট ছয়টি বিজোড় ইলেকট্রন সৃষ্টি হয়। যেমন,



এক্ষেত্রে F পরমাণুর আকার ছোট বলে উক্ত S পরমাণুর চতুর্দিকে ছয়টি F পরমাণু সহজেই স্থান করে নেয় এবং S পরমাণু ও F পরমাণুর বিজোড় ইলেকট্রন সহযোগে ছয়টি সমযোজী বন্ধন গঠন করে; ফলে SF_6 অণু সৃষ্টি হয়।

অপরদিকে F পরমাণুর চেয়ে কম তড়িৎ ঋণাত্মক Cl পরমাণুর প্রভাবে S পরমাণুর কেবল $3p_x^2$ ইলেকট্রন যুগল ভেঙে ১ম উদ্দীপিত অবস্থা মতে চারটি বিজোড় ইলেকট্রন সৃষ্টি হয় এবং Cl পরমাণুর আকার বড় হওয়ায় S পরমাণুর চতুর্দিকে চারটির চেয়ে বেশি Cl পরমাণুর স্থান সংকুলান হয় না। এসব কারণে SCl_4 অণু গঠন সম্ভব হলেও SCl_6 অণু গঠন সম্ভব হয় না।

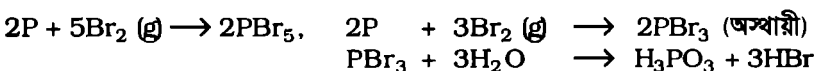
আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ গঠনে Cl_2 : ফ্লোরিনের মত ক্লোরিনও এর চেয়ে কম তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল যেমন, Br_2 ও I_2 এর সাথে উত্তমত অবস্থায় আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ গঠন করে। যেমন,



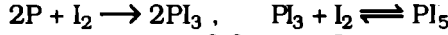
(গ) ব্রোমিন ও আয়োডিনের সাথে অধাতুর বিক্রিয়া : হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে Br_2 ও I_2 এর জারণ ক্ষমতা তুলনামূলকভাবে কম। তাই এরা $200^\circ C$ তাপমাত্রার উর্ধ্বে H_2 গ্যাসের সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে HBr ও HI

উৎপন্ন করে। $H_2 (g) + Br_2 (g) \xrightarrow{>200^\circ C} 2HBr (g)$, $H_2 (g) + I_2 (g) \xrightarrow[Pt]{>200^\circ C} 2HI (g)$

উত্তমত অবস্থায় ব্রোমিন বাষ্পের সাথে ফসফরাস ট্রাইব্রোমাইড ও পেন্টাব্রোমাইড গঠন করে। PBr_3 অস্থায়ী, তাই এটি পানির দ্বারা আর্দ্র বিশেষিত হয়ে HBr ও ফসফরাস এসিড (H_3PO_3) উৎপন্ন করে।



শ্বেত ফসফরাস আয়োডিন গুঁড়ার সংস্পর্শে প্রথমে গলে যায় এবং পরে প্রবল বিক্রিয়ায় জ্বলে ওঠে ফসফরাস ট্রাই আয়োডাইড উৎপন্ন করে। আয়োডিন কম সক্রিয় হওয়ায় পেট্রাআয়োডাইড খুব বেশি উৎপন্ন হয় না।

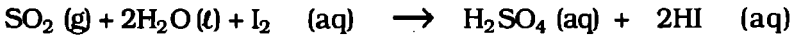
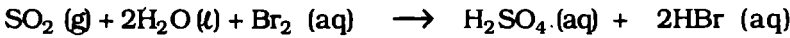
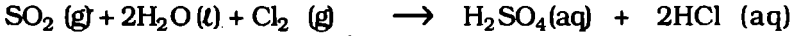


সারণি- ২*৩ : অধাতুর সাথে হ্যালোজেনসমূহের বিক্রিয়ার তালিকা

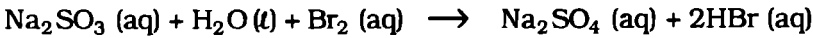
অধাতুসমূহ	ফ্লোরিন F	ক্লোরিন Cl	ব্রোমিন Br	আয়োডিন I
He, Ne, Ar, N ₂	বিক্রিয়া ঘটে না →			
Kr, Xe	উদ্ভূত অবস্থায় বিক্রিয়া ঘটে।			
S	বিক্রিয়া করে।			
C	বিক্রিয়া করে।			
O ₂	বিক্রিয়া করে।			
H ₂	বিক্রিয়া ঘটে প্রবলভাবে, এমনকি অন্ধকারে ও -200°C তাপমাত্রায়।	সূর্যালোকে এর সাথে বিক্রিয়ায় বিস্ফোরণ ঘটে। অন্ধকারে ও 200°C এর নিচে বিক্রিয়া ধীরে ধীরে ঘটে।	200°C এর উর্ধ্বে বিক্রিয়া ঘটে এবং প্রভাবক Pt সহ 200°C এর নিম্ন তাপে ঘটে।	এর মধ্যে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় H ₂ , I ₂ , HI এর মিশ্রণ থাকে।
অবশিষ্ট অধাতব মৌলসমূহ :	সহজেই বিক্রিয়া ঘটে। অধাতু সর্বোচ্চ জারণ অবস্থায় ফ্লোরিন দ্বারা জারিত হয়; যারা কেবল ফ্লোরাইড গঠন করে যেমন, SF ₆ , SiF ₆ , IF ₇ , XeF ₆ ।			

৩। বিজারণধর্মী যৌগ ও জৈব যৌগের সাথে হ্যালোজেনের জারণ বিক্রিয়া

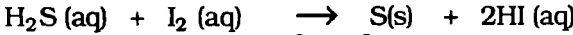
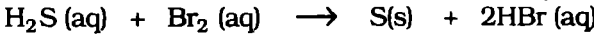
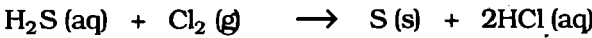
(ক) বিজারক SO₂ ও সালফাইট লবণসহ হ্যালোজেনের বিক্রিয়া : সব হ্যালোজেন দ্বারা SO₂ এর জলীয় দ্রবণ জারিত হয়ে লঘু H₂SO₄ এসিড এবং হ্যালোজেন বিজারিত হয়ে হ্যালোজেন হাইড্রাসিড উৎপন্ন করে।



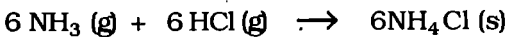
অনুরূপভাবে সোডিয়াম সালফাইট লবণ দ্রবণে হ্যালোজেন দ্বারা জারিত হয়ে সালফেট লবণ ও হ্যালোজেন হাইড্রাসিড উৎপন্ন করে।



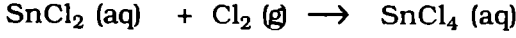
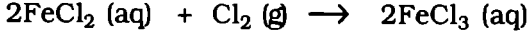
(খ) বিজারক H₂S, NH₃ ও ধাতব লবণের সাথে হ্যালোজেনের বিক্রিয়া : সব হ্যালোজেন দ্বারা H₂S গ্যাসের জলীয় দ্রবণ জারিত হয়ে সালফার ও হ্যালোজেন হাইড্রাসিড উৎপন্ন করে।



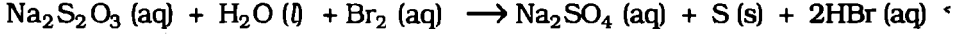
আবার কক্ষ তাপমাত্রায় NH₃ গ্যাস (অধিক পরিমাণে) Cl₂ গ্যাস দ্বারা জারিত হয়ে N₂ গ্যাস ও NH₄Cl এ পরিণত হয়।



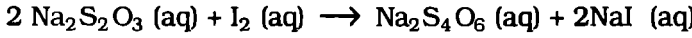
আবার পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থার ধাতুসমূহের নিম্ন জারণ অবস্থার বিজারণধর্মী লবণগুলো দ্রবণে Cl_2 দ্বারা জারিত হয়ে উচ্চ জারণ অবস্থার লবণে পরিণত হয়। যেমন,



(গ) বিজারক থায়োসালফেটসহ হ্যালোজেনের বিক্রিয়া : Cl_2 ও Br_2 দ্বারা থায়োসালফেট লবণ জলীয় দ্রবণে জারিত হয়ে সালফেট লবণ, হালুদ সালফার গুঁড়া ও হ্যালোজেন হাইড্রসিড উৎপন্ন করে। যেমন,



অপরদিকে আয়োডিন দ্রবণ দ্বারা সোডিয়াম থায়োসালফেট জারিত হয়ে সোডিয়াম টেট্রাথায়োনেট এবং আয়োডিন বিজারিত হয়ে আয়োডাইড লবণে পরিণত হয়।

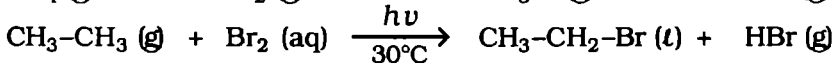
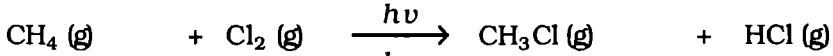


থায়োসালফেট

টেট্রাথায়োনেট

এ বিক্রিয়ার সাহায্যে আয়োডোমিট্রিক পদ্ধতিতে জারক পদার্থ যেমন, Cu^{2+} এর পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

(ঘ) জৈব যৌগের সাথে হ্যালোজেনের বিক্রিয়া : জৈব যৌগের সাথে F_2 এর বিক্রিয়া খুবই প্রবল বলে বিক্রিয়াকালে বিস্ফোরণ ঘটে। তাই বাস্তব ক্ষেত্রে জৈব যৌগকে Cl_2 ও Br_2 দ্বারা জারিত করা যায়। জৈব যৌগকে আয়োডিন জারিত করে না। প্রকৃতপক্ষে জারণ বিক্রিয়াকালে বিজারণধর্মী HI উৎপন্ন হয়। যেমন, সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন মিথেন, ইথেন গ্যাস সূর্যালোকের উপস্থিতিতে Cl_2 ও Br_2 দ্বারা জারিত হয়ে হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত যৌগ উৎপন্ন হয়।



সারণি ২.৪ : জারক পদার্থরূপে বিভিন্ন হ্যালোজেনের সাথে বিজারণধর্মী যৌগের বিক্রিয়ার সারাংশ

জারক পদার্থ	হ্যালোজেনের সাথে বিক্রিয়াসমূহ		
সব হ্যালোজেন	সালফাইট $SO_3^{2-} (aq)$	+ X_2 + $X_2 (aq)$	→ সালফেট + $H_2O(l)$ → $SO_4^{2-} (aq) + 2HX (aq)$
সব হ্যালোজেন	হাইড্রোজেন সালফাইড $H_2S(aq)$	+ X_2 + $X_2(aq)$	→ সালফার → $S(s) + 2HX (aq)$
Cl_2, Br_2	থায়োসালফেট $S_2O_3^{2-} (aq)$	+ $Cl_2 (aq)$	→ সালফেট + $H_2O(l)$ → $SO_4^{2-} (aq) + S(s) + 2HCl (aq)$
I_2	থায়োসালফেট $2S_2O_3^{2-} (aq)$	+ $I_2 (aq)$	→ টেট্রাথায়োনেট → $S_4O_6^{2-} (aq) + 2I^- (aq)$ [এই বিক্রিয়ার সাহায্যে আয়োডোমিট্রিক পদ্ধতিতে Cu^{2+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।]
Cl_2, Br_2	জৈব যৌগকে Cl_2, Br_2 দ্বারা জারিত করা যায়। যেমন, $CH_4 + Cl_2$ (সূর্যালোক) → $C + 4HCl$		
F_2	জৈব যৌগের সাথে F_2 এর বিক্রিয়ায় বিস্ফোরণ ঘটে।		
I_2	জৈব যৌগকে আয়োডিন জারিত করে না।		

২.৪ হ্যালোজেনসমূহের উৎস (Occurance of halogens)

হ্যালোজেনসমূহ অতীব সক্রিয় মৌল, তাই প্রকৃতিতে এরা মুক্ত অবস্থায় থাকে না। খনিতে হ্যালোজেনসমূহ বিভিন্ন খনিজ যৌগরূপে বিরাজ করে। প্রত্যেক হ্যালোজেনের প্রধান প্রধান খনিজ যৌগ নিচে উল্লেখ করা হল :

- ১। ফ্লোরিনের খনিজসমূহ :
- | | | |
|----------------------|-----------------|--|
| (১) ফ্লোরস্পার | (Fluorspar) | CaF_2 |
| (২) ক্রায়োলাইট | (Cryolite) | $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ |
| (৩) ফ্লোর অ্যাপাটাইট | (Fluor apatite) | $\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |

২। ফ্লোরিনের খনিজসমূহ : প্রকৃতিতে ফ্লোরিনের সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের লবণ বেশি দেখা যায়। সমুদ্রের লবণাক্ত পানিতে প্রায় 2.56% NaCl দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। ফ্লোরিনের খনিজের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল :

- (১) খনিজ লবণ (Rock Salt) NaCl (৩) কায়নাইট (Kainite) $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
 (২) সিলভাইন (Sylvine) KCl (৪) কার্নালাইট (Carnalite) $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

৩। ব্রোমিনের খনিজসমূহ : সামুদ্রিক পানিতে ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড থাকে, এছাড়া জার্মানির স্টাসফার্ট খনিতে প্রাপ্ত কার্নালাইট খনিজ ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) এর মধ্যে মিশ্রিত অবস্থায় ব্রোমো-কার্নালাইট ($\text{KBr} \cdot \text{MgBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) থাকে। কার্নালাইটে প্রায় 0.25% ব্রোমো কার্নালাইট পাওয়া যায়।

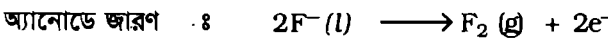
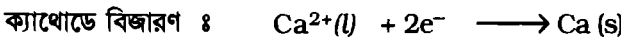
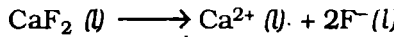
৪। আয়োডিনের উৎস : সমুদ্র শৈবালের ভস্মের মধ্যে আয়োডাইড লবণ (NaI , KI) রূপে প্রায় 0.5% আয়োডিন থাকে। ক্যালিচি বা চিনি সস্টপিটার খনিজের মধ্যে NaNO_3 এর সাথে সোডিয়াম আয়োডেট (NaIO_3) রূপে 0.2% আয়োডিন থাকে।

২.৫ হ্যালোজেনের নিষ্কাশন (Extraction of halogens)

হ্যালোজেনসমূহের জারণ ক্ষমতার ওপর ভিত্তি করে হ্যালোজেনসমূহের শিল্পোৎপাদন ও পরীক্ষাগারে হ্যালোজেন প্রস্তুতির পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। যেমন,

ফ্লোরিন প্রস্তুতি :

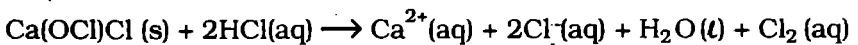
১। ফ্লোরিন সর্বাধিক শক্তিশালী জারক হওয়ায়, ফ্লোরাইডসমূহকে জারিত করে ফ্লোরিন প্রস্তুত করার মত কোন শক্তিশালী জারক নেই। তাই ফ্লোরিনের খনিজ ফ্লোরস্পার (CaF_2) এর তড়িৎ বিশ্লেষণ করে ফ্লোরিন প্রস্তুত করা হয়।



ফ্লোরিন উৎপাদন :

২। সোডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন ও ফ্লোরিনের শিল্পোৎপাদন গলিত সোডিয়াম ফ্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা করা হয়। কস্টিক সোডার শিল্পোৎপাদনের ক্ষেত্রে উপজাতরূপে ফ্লোরিন উৎপাদিত হয়। [রসায়ন-১ম পত্রের ১৬.১৮ অনুচ্ছেদে ফ্লোরিন উৎপাদনের বর্ণনা দেওয়া আছে।]

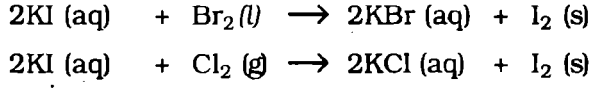
ফ্লোরিন পানি : ফ্লোরিনের জলীয় দ্রবণকে ফ্লোরিন পানি বলা হয়। ফ্লোরিন পানিতে দুটি জারক পদার্থ যেমন, ফ্লোরিন ও ফ্লোরিক (I) এসিড বা হাইপোক্লোরাস এসিড (HClO) থাকে। তাই ফ্লোরিন পানি জারক পদার্থরূপে ব্যবহৃত হয়। পানিতে ব্লিচিং পাউডার দ্রবীভূত করে এর মধ্যে লঘু HCl যোগ করে ফ্লোরিন পানি প্রস্তুত করা হয়। এটাই ফ্লোরিন পানি প্রস্তুতির সহজ পদ্ধতি।



এক্ষেত্রে উৎপন্ন Cl_2 বিরঞ্জকরূপে ক্রিয়া করতে পারে।

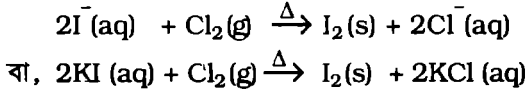
ব্রোমিন ও আয়োডিন উৎপাদন :

৩। সামুদ্রিক শৈবালে অন্যান্য যৌগের সাথে সোডিয়াম আয়োডাইড, পটাসিয়াম আয়োডাইড ও ব্রোমাইড লবণ থাকে। এ শৈবাল থেকে আয়োডাইড ও ব্রোমাইড সংগ্রহ করে আয়োডিন ও ব্রোমিন উৎপাদন করা হয়। হ্যালোজেনের সক্রিয়তা বা জারণ ক্ষমতা প্রয়োগ করে ধাতব ব্রোমাইড ও আয়োডাইড থেকে ব্রোমিন ও আয়োডিন নিষ্কাশন করা হয়। যেমন,



(ক) সামুদ্রিক শৈবাল থেকে আয়োডিনের শিল্পোৎপাদন

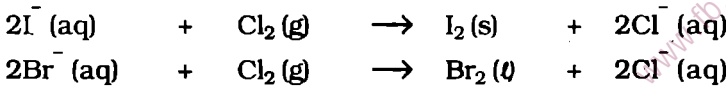
মূলনীতি : সামুদ্রিক শৈবাল পোড়ানোর পর প্রাপ্ত ভস্মকে কেল্প বলে। কেল্পের মধ্যে অন্যান্য লবণের সাথে আয়োডাইড লবণ থাকে। কেল্পের NaI ও KI লবণকে পানিতে দ্রবীভূত করে পৃথক করা হয়। পরে উত্তমত আয়োডাইড লবণের দ্রবণে অধিক সক্রিয় ক্লোরিন গ্যাস চালনা করা হয়। ঐ Cl_2 দ্বারা আয়োডাইড আয়ন (I^-) এর জারণের ফলে আয়োডিন উৎপন্ন ও উর্ধ্বপাতিত হয়।



কেল্প প্রস্তুতি : সমুদ্রের পানিতে সামান্য পরিমাণে আয়োডাইড লবণ (যেমন, NaI, KI) ও ব্রোমাইড দ্রবীভূত থাকে। গভীর সমুদ্রজাত উদ্ভিদ বা শৈবাল সে আয়োডাইড লবণ ও ব্রোমাইড লবণ শোষণ করে থাকে। ঐ শৈবাল সংগ্রহ করে শুষ্ক করা হয়। শেষে সাবধানতা সহকারে তাকে পোড়ানো হয় যেন আয়োডাইড লবণ বিযোজিত হয়ে আয়োডিন বাষ্পীভূত হয়ে না যায়। সামুদ্রিক শৈবাল পোড়ানোর পর প্রাপ্ত ছাই বা ভস্মকে কেল্প (kelp) বলা হয়। কেল্পের মধ্যে সোডিয়াম ও পটাসিয়াম আয়োডাইড, ব্রোমাইড, ক্লোরাইড, সালফেট ও কার্বনেট প্রভৃতি লবণ কার্বন গুঁড়ার সাথে মিশ্রিত থাকে।

কেল্প থেকে আয়োডাইড লবণ পৃথকীকরণ : কেল্পকে পানিতে স্টিম দ্বারা উত্তমত করা হয় ফলে কেল্পের মধ্যস্থ সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের লবণসমূহ দ্রবীভূত হয়। অদ্রবণীয় পদার্থকে ষিতানোর পর ওপর হতে পরিষ্কার দ্রবণকে পৃথক ও বাষ্পীভূত করে গাঢ় করা হয়। গাঢ় দ্রবণকে শীতল করলে কম দ্রবণীয় সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের সালফেট, ক্লোরাইড ও কার্বনেট কেলাসনরূপে পাত্রের তলায় জমা হয়। কিন্তু বেশি দ্রবণীয় সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের আয়োডাইড ও সামান্য ব্রোমাইড দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। দ্রবণ থেকে কেলাসগুলোকে পৃথক করে নিলে আয়োডাইড লবণযুক্ত মাতৃ দ্রবণ পাওয়া যায়।

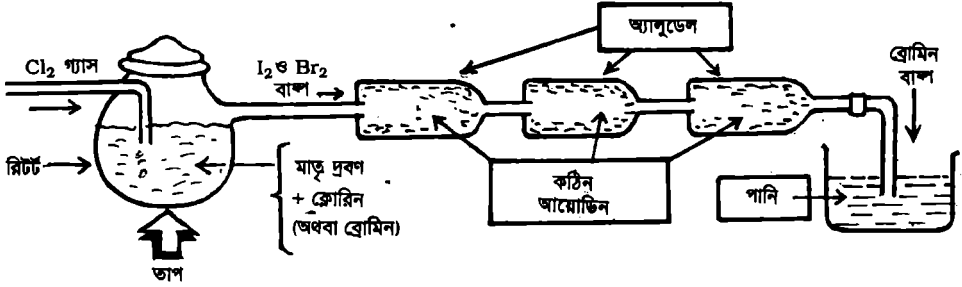
আয়োডিন উৎপাদন : আয়োডাইড ও অল্প ব্রোমাইড লবণযুক্ত মাতৃ দ্রবণকে ইস্পাত নির্মিত রিটর্টে নিয়ে এর মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করা হয় (অথবা পরিমাণ মত তরল ব্রোমিন যোগ করা হয়) এবং উত্তমত করা হয়। তখন আয়োডাইড ও ব্রোমাইড আয়ন ক্লোরিন দ্বারা জারিত হয়ে যথাক্রমে কঠিন আয়োডিন ও তরল ব্রোমিন উৎপন্ন হয়।



অথবা মাতৃ দ্রবণে তরল ব্রোমিন যোগ করলে নিম্ন সমীকরণ মতে শুধু আয়োডাইড আয়ন ব্রোমিন দ্বারা জারিত হয়ে আয়োডিন উৎপন্ন করে।



আয়োডিন সংগ্রহ : রিটচের নিগম নলের সাথে অ্যালুডেল (Aludel) নামক মাটির তৈরি ও বোতল আকৃতির শীতক গ্রাহক পাত্র যুক্ত করা থাকে। বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে উৎপন্ন ব্রোমিন [অথবা প্রক্রিয়ায় অব্যবহৃত ব্রোমিন] বাষ্পীভূত (স্ফুটনাঙ্ক 59°C) হয়ে বের হয়ে আসে এবং উক্ত ব্রোমিন বাষ্পকে পানিতে শোষিত করা হয়। শেষে অধিক তাপমাত্রায় আয়োডিন বাষ্পীভূত (স্ফুটনাঙ্ক 183°C) হয়ে অ্যালুডেল নামক শীতকে প্রবেশ



চিত্র ২'৩ : সামুদ্রিক শৈবালজাত কেল্প থেকে আয়োডিনের শিদ্ধোৎপাদন।

করে এবং এর মধ্যে ঘনীভূত হয়ে কঠিন আয়োডিনরূপে জমা হয়। পরে মাটির অ্যালুডেলগুলো ভেঙে ভেতরের আয়োডিনকে ধূসর কালো বর্ণের কেল্পাসরূপে সংগ্রহ করা হয়।

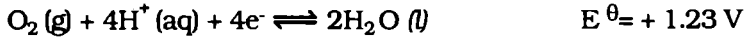
আয়োডিনের বিশোধন : উর্ধ্বপাতন প্রক্রিয়ায় ঐ আয়োডিনকে বিশোধন করা হয়।

[বর্তমানে জাপান, ফ্রান্স, ব্রিটেন প্রভৃতি দেশে কেল্প থেকে আয়োডিন উৎপাদন করা হয়।]

২'৬ পানির সাথে হ্যালোজেনের বিক্রিয়া

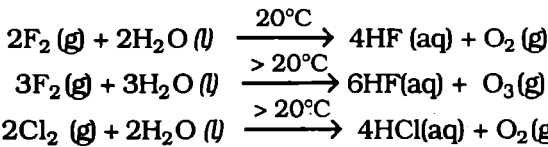
(Reactions of halogens with water)

জারক পদার্থের জারণ ক্ষমতা তাদের প্রমাণ ইলেকট্রোড বিভব বা বিজারণ বিভবের পরিমাণ থেকে হিসাব করা যায়। যার প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান যত বেশি ধনাত্মক সেটি তত বেশি শক্তিশালী জারক। হ্যালোজেনসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভব সারণি ২'১ এ দেয়া হয়েছে। উল্লেখ্য, অক্সিজেনের প্রমাণ বিজারণ বিভব হল + 1.23 ভোল্ট। তা নিম্ন সমীকরণ দ্বারা দেখানো হল :

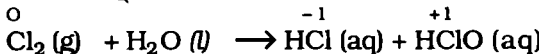


কিন্তু ফ্লোরিনের ও ক্লোরিনের প্রমাণ বিজারণ বিভব হল যথাক্রমে + 2.87 ভোল্ট ও + 1.36 ভোল্ট।

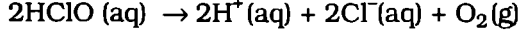
জারণ ক্রিয়া : (১) অক্সিজেনের চেয়ে ফ্লোরিন ও ক্লোরিন অধিক শক্তিশালী জারক। তাই ফ্লোরিন ও ক্লোরিন গ্যাস পানিকে জারিত করে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। ফ্লোরিন পানিকে কক্ষতাপমাত্রায় জারিত করে প্রধানত অক্সিজেন এবং কিছু ওজোন (O₃) উৎপন্ন করতে পারে। কিন্তু ব্রোমিন ও আয়োডিন পানিকে কক্ষতাপমাত্রায় জারিত করতে পারে না।



(২) পানির সাথে Cl₂ এর জারণ-বিজারণ ক্রিয়া : পানির সাথে ক্লোরিন ধীরে ধীরে বিক্রিয়া করে হাইড্রোক্লোরিক এসিড HCl (aq) ও ক্লোরিক (I) এসিড HClO (aq) উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে পানির সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় দুটি ক্লোরিন পরমাণু এক সঙ্গে জারিত ও বিজারিত হয়। যেমন, উৎপন্ন ক্লোরিক (I) এসিড



HClO (aq) এর মধ্যে ক্লোরিনের জারণ সংখ্যা হল +1 এবং উৎপন্ন HCl (aq) বা ক্লোরাইড আয়ন (Cl⁻) এর মধ্যে ক্লোরিনের জারণ অবস্থা হল -1 কিন্তু বিক্রিয়ার পূর্বে মৌলিক Cl₂ এর জারণ অবস্থা শূন্য থাকে। এরূপ কোন বিক্রিয়ায় এক সাথে একই মৌলের দুটি পরমাণুর জারণ বিজারণ ঘটলে তাকে অসামঞ্জস্যতা (disproportionation) বিক্রিয়া বলা হয়। যেহেতু এ বিক্রিয়াটি অম্লীয় মাধ্যমে সম্পন্ন হয়েছে, তাই এ অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়াকে অম্লীয় অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়াও বলে। উৎপন্ন ক্লোরিক (I) এসিড ধীরে ধীরে বিয়োজিত হয়ে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। সূর্যালোক এ বিয়োজনের গতি বৃদ্ধি করে।

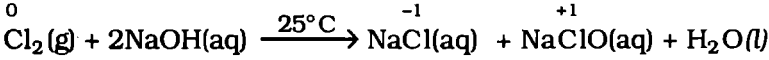


২.৬.১ ক্ষারের সাথে হ্যালোজেনের বিক্রিয়া : অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া (Reactions of halogens with alkalis : Disproportionation)

অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া : যে বিক্রিয়ায় কোন মৌলের দুটি পরমাণু বা একই আয়নসমূহের মধ্যে একই সাথে জারণ ও বিজারণ ঘটে সে বিক্রিয়াকে উক্ত মৌলের অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া বা ডিসপ্রোপোর্শনেশন বিক্রিয়া বলে।

অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমভেদে এরূপ বিক্রিয়াকে যথাক্রমে অম্লীয় অসামঞ্জস্যতা ও ক্ষারীয় অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়াও বলা হয়। যেমন,

(ক) ক্ষারের সাথে Cl₂ এর বিক্রিয়া : (১) কক্ষতাপমাত্রায় লঘু NaOH দ্রবণ ও Cl₂ এর বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl), সোডিয়াম ক্লোরেট (I) লবণ, NaClO ও পানি উৎপন্ন হয়।



এক্ষেত্রে প্রথমে বিক্রিয়ক ক্লোরিনের দুটি পরমাণুর জারণ অবস্থা শূন্য (0)। কিন্তু বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন NaCl এর ক্লোরাইড (Cl⁻) আয়নে Cl এর জারণ অবস্থা হ্রাস পেয়ে -1 হয়েছে অর্থাৎ Cl পরমাণুর বিজারণ ঘটেছে। আবার উৎপন্ন NaClO এর ক্লোরেট (I) আয়নে Cl এর জারণ অবস্থা বৃদ্ধি পেয়ে +1 হয়েছে অর্থাৎ Cl পরমাণুর জারণ ঘটেছে। ক্লোরিনের দুটি পরমাণু এ বিক্রিয়ায় একই সাথে জারিত ও বিজারিত হওয়ায় এটি ক্লোরিনের একটি অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া। ক্ষারীয় মাধ্যমে এ বিক্রিয়া ঘটেছে, তাই এটি একটি ক্ষারীয় অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া।

(২) প্রায় 70°C তাপমাত্রায় উত্তম NaOH দ্রবণ ও Cl₂ এর বিক্রিয়াকালে প্রথমে সোডিয়াম ক্লোরাইড, (NaCl), সোডিয়াম ক্লোরেট (I), (NaClO) ও পানি উৎপন্ন হয়।

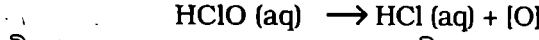
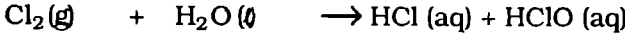


কিন্তু উত্তম অবস্থায় অস্থায়ী NaClO বা ক্লোরেট (I) আয়ন, ClO⁻ নিজেদের মধ্যে জারণ ও বিজারণের ফলে যথাক্রমে সোডিয়াম ক্লোরেট (V) লবণ বা ক্লোরেট (V) আয়ন ও সোডিয়াম ক্লোরাইড লবণ বা ক্লোরাইড (Cl⁻) আয়ন উৎপন্ন করে।



এক্ষেত্রে 70°C তাপমাত্রায় অস্থায়ী ক্লোরেট (I) আয়ন অর্থাৎ ClO⁻ আয়নে Cl এর জারণ অবস্থা ছিল +1 এবং উৎপন্ন ক্লোরেট (V) আয়নে অর্থাৎ ClO₃⁻ আয়নে তা বৃদ্ধি পেয়ে +5 হয়েছে। সুতরাং এক্ষেত্রে ClO⁻ আয়নের জারণ ঘটেছে। অপরদিকে উৎপন্ন ক্লোরাইড (Cl⁻) আয়নে জারণ সংখ্যা হ্রাস পেয়ে -1 হয়েছে অর্থাৎ ClO⁻ আয়নের বিজারণ ঘটেছে। এ বিক্রিয়াটিও একটি ক্ষারীয় অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া।

Cl_2 এর জীবাণুনাশক ক্রিয়া : ক্লোরিন ও পানির বিক্রিয়ায় HCl ও হাইপোক্লোরাস এসিড (HClO) এ দুটি এসিড উৎপন্ন হয়। জীবাণুর সংস্পর্শে HClO সহজেই বিয়োজিত হয়ে জায়মান অক্সিজেন উৎপন্ন করে যা জীবাণু কোষকে ধ্বংস করে থাকে। তাই ক্লোরিন পানি একটি শক্তিশালী জীবাণুনাশক (germicide) পদার্থ।

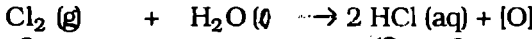


২.৭.১ Cl_2 ও SO_2 এর বিরঞ্জন ক্রিয়ার তুলনা

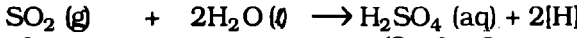
Comparative bleaching action of Cl_2 and SO_2

সাদাশ্য : পানির উপস্থিতি : Cl_2 ও SO_2 উভয়ই পানির উপস্থিতিতে বিরঞ্জন ক্রিয়া করতে পারে। কিন্তু শুষ্ক অবস্থায় এরা বিরঞ্জন ক্রিয়া করতে পারে না।

বৈসাদাশ্য : ১। বিরঞ্জনের পদ্ধতি : পানির উপস্থিতিতে Cl_2 জারণ পদ্ধতিতে বিরঞ্জন ঘটায়। পানি ও Cl_2 এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জায়মান অক্সিজেন রঙিন বস্তুকে জারিত করে বর্ণহীন করে।



অপরদিকে SO_2 পানির উপস্থিতিতে বিজারণ পদ্ধতিতে বিরঞ্জন ঘটায়। পানি ও SO_2 এর বিক্রিয়ায় H_2SO_4 এসিড ও জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। জায়মান হাইড্রোজেন রঙিন বস্তুকে বিজারিত করে বর্ণহীন করে।

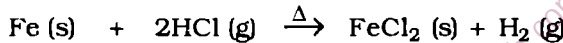
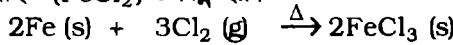


২। বিরঞ্জনের তীব্রতা : Cl_2 হল তীব্র বিরঞ্জক, কিন্তু SO_2 হল মৃদু বিরঞ্জক। তাই মোটা আঁশ বা সুতার তৈরি গেঞ্জি ও সুতির কাপড়কে Cl_2 দ্বারা বিরঞ্জিত করা হয়। অপরদিকে উল, সিল্ক প্রভৃতি সূক্ষ্ম সুতার বস্তুকে SO_2 দ্বারা বিরঞ্জিত বা ব্লিচিং করা হয়।

৩। বিরঞ্জনের স্থায়িত্ব : Cl_2 এর বিরঞ্জন ক্রিয়া বেশ স্থায়ী হয়। SO_2 এর বিরঞ্জন ক্রিয়া অস্থায়ী। অর্থাৎ SO_2 বিরঞ্জিত বস্তুকে বায়ুতে রেখে দিলে তা বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে পূর্বের রং অনেকটা ফিরে পায়।

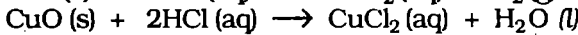
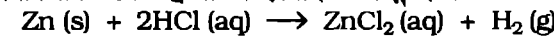
২.৮ ধাতব হ্যালাইডসমূহ (Metal halides)

(১) অনার্দ্র ধাতব হ্যালাইড প্রস্তুতি : ধাতুর গুঁড়াকে শুষ্ক হ্যালোজেন অথবা হাইড্রোজেন হ্যালাইডসহ উত্তপ্ত করে অনার্দ্র ধাতব হ্যালাইড প্রস্তুত করা হয়। পরিবর্তনশীল জারণ সংখ্যাবিশিষ্ট ধাতুর বেলায় সাধারণত ধাতু ও হ্যালোজেন যুক্ত হয়ে উচ্চ জারণ সংখ্যাবিশিষ্ট ধাতব হ্যালাইড এবং হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সাথে সে সব ধাতুর বিক্রিয়ার ফলে নিম্ন জারণ সংখ্যাবিশিষ্ট ধাতব হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। যেমন, আয়রন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ার ফলে অনার্দ্র আয়রন (III) ক্লোরাইড ($FeCl_3$) উৎপন্ন হয়। কিন্তু আয়রন ও হাইড্রোজেন হ্যালাইডের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে অনার্দ্র আয়রন (II) ক্লোরাইড ($FeCl_2$) উৎপন্ন হয়।



ব্যতিক্রম : আয়রনের সাথে আয়োডিনের বিক্রিয়ার ফলে আয়রন (II) আয়োডাইড (FeI_2) এবং কপারের সাথে আয়োডিনের বিক্রিয়ায় কপার (I) আয়োডাইড (CuI) উৎপন্ন হয়।

(২) আর্দ্র ধাতব হ্যালাইড প্রস্তুতি : হাইড্রো হ্যালিক এসিড (HX) এর সাথে ধাতু, ধাতুর অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড অথবা কার্বনেটের বিক্রিয়ার ফলে আর্দ্র ধাতব হ্যালাইড উৎপন্ন হয়।

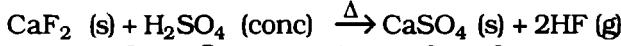


২.৮.১ ধাতব হ্যালাইডের রাসায়নিক ধর্ম

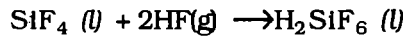
Chemical properties of metal halides

(ক) ধাতব হ্যালাইডের সাথে সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়া : হ্যালাইড লবণ গাঢ় সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে HX অথবা X₂ উৎপন্ন করে। যেমন,

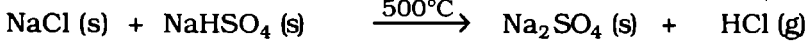
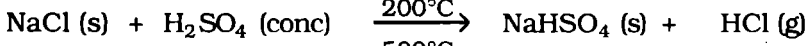
(১) ধাতব ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইড (CaF₂) এর সাথে গাঢ় সালফিউরিক এসিডের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড গ্যাস ও ক্যালসিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়।



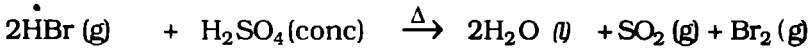
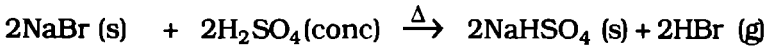
উৎপন্ন HF গ্যাসকে আবদ্ধ পাত্রে পানিতে দ্রবীভূত করে হাইড্রোফ্লোরিক এসিড প্রস্তুত করা হয়। কাচ ও চীনা মাটির প্রধান উপাদান সিলিকার সাথে HF বিক্রিয়া করে সিলিকন টেট্রাফ্লোরাইড (SiF₄) ও শেষে অধিক HF এর সাথে বিক্রিয়ায় হাইড্রোফ্লোরো সিলিসিক এসিড (H₂SiF₆) উৎপন্ন করে। ফলে কাচ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই এ বিক্রিয়াটিকে **প্লাটিনাম ধাতু** নির্মিত পাত্রে করতে হয়।



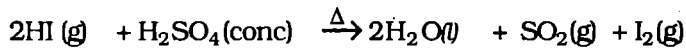
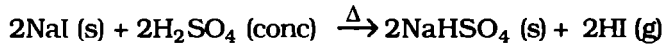
(২) ধাতব ক্লোরাইড যেমন, NaCl এর সাথে গাঢ় H₂SO₄ এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে প্রায় 200°C তাপমাত্রায় HCl গ্যাস ও সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন করে এবং প্রায় 500°C এর উর্ধ্বে সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট আরও NaCl এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সালফেট ও অধিক HCl গ্যাস উৎপন্ন করে।



(৩) ধাতব ক্লোরাইডের সাথে গাঢ় H₂SO₄ কে উত্তপ্ত করে HCl গ্যাস প্রস্তুতির মত ধাতব ব্রোমাইড ও H₂SO₄ এর বিক্রিয়ায় HBr গ্যাস প্রস্তুত করা যায় না। ধাতব ব্রোমাইড যেমন, NaBr কে গাঢ় H₂SO₄ এর সাথে উত্তপ্ত করলে প্রথমে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড (HBr) উৎপন্ন হয় ঠিকই কিন্তু উৎপন্ন HBr মৃদু বিজারণধর্মী হওয়ায় তাকে জারণধর্মী গাঢ় সালফিউরিক এসিড জারিত করে ব্রোমিন বাষ্পে পরিণত করে। অপরদিকে গাঢ় H₂SO₄ বিজারিত হয়ে সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস (SO₂) ও পানি উৎপন্ন করে।



অনুরূপভাবে NaI এর সাথে গাঢ় H₂SO₄ এর বিক্রিয়া দ্বারা HI প্রস্তুত করা যায় না; কারণ উভয়ের বিক্রিয়ায় প্রথমে HI উৎপন্ন হয় বটে; কিন্তু উৎপন্ন HI বিজারণধর্মী হওয়ায় তা জারণধর্মী গাঢ় H₂SO₄ দ্বারা জারিত হয়ে আয়োডিন উৎপন্ন হয়।



(৪) হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ পদ্ধতি : গাঢ় সালফিউরিক এসিড ও ম্যাঙ্গানিজ (IV) অক্সাইড বা ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইডের সাথে উত্তপ্ত অবস্থায় ধাতব ফ্লোরাইড বাদে অন্য যে কোন ধাতব হ্যালাইড (NaX) এর বিক্রিয়ার ফলে হ্যালোজেন (Cl₂, Br₂, I₂) উৎপন্ন হয়। যেমন,

2NaX(s) + 3H₂SO₄ (conc) + MnO₂(s) $\xrightarrow{\Delta}$ 2NaHSO₄ (s) + MnSO₄(s) + X₂ + 2H₂O(l)
এখানে NaX দ্বারা NaCl, NaBr, NaI এবং X₂ = Cl₂, Br₂, I₂ বোঝায়।

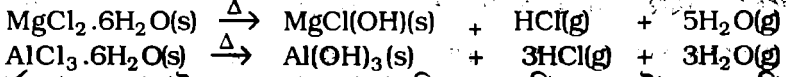
উপরিউক্ত সমীকরণটিকে হ্যালোজেন প্রস্তুত পদ্ধতির সাধারণ সমীকরণ বলা হয়।

একই সাধারণ পদ্ধতিতে, ফ্লোরিন (F₂) গ্যাস প্রস্তুত করা যায় না। কারণ, ফ্লোরিন হল সর্বাধিক শক্তিশালী জারক। তাই ধাতব ফ্লোরাইডকে জারিত করার মত কোন শক্তিশালী জারক নেই। এক্ষেত্রে জারক MnO₂ দ্বারাও ফ্লোরাইড জারিত হয় না।

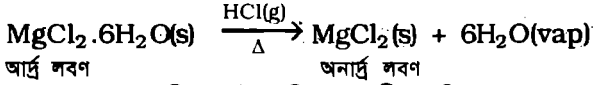
সারণি ২.৫ : ধাতব হ্যালাইড ও গাঢ় H₂SO₄ এর বিক্রিয়ার সার সংক্ষেপ

বিকারক	ধাতব ফ্লোরাইড, CaF ₂	ধাতব ক্লোরাইড, NaCl	ধাতব ব্রোমাইড, NaBr	ধাতব আয়োডাইড, NaI
গাঢ় H ₂ SO ₄ + তাপ।	HF (g)	HCl(g) বাষ্পালো গ্যাস।	HBr(g), Br ₂ (g) লাগতে বাদামি।	I ₂ (g) বেগুনি গ্যাস।
গাঢ় H ₂ SO ₄ + ও MnO ₂ + তাপ।	HF (g)	Cl ₂ (g) সবুজাভ হলুদ গ্যাস।	Br ₂ (g) লাগতে বাদামি।	I ₂ (g) বেগুনি গ্যাস।

(খ) সোদক বা আর্দ্র ধাতব হ্যালাইডের ওপর তাপের প্রভাব : অনেক ধাতব হ্যালাইড কেলস পানিসহ সোদক কেলস গঠন করে; যেমন, MgCl₂·6H₂O এবং AlCl₃·6H₂O। এ সব সোদক কেলসকে উত্তপ্ত করে অনার্দ্র ধাতব হ্যালাইড পাওয়া যায় না। কারণ এ সব সোদক বা আর্দ্র ধাতব হ্যালাইডকে উত্তপ্ত করলে এরা তাদের কেলস পানি দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ক্ষারকীয় ক্লোরাইড অথবা হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে।



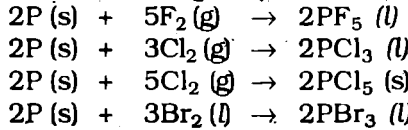
উল্লেখ্য যে, আর্দ্র ধাতব হ্যালাইডে সমযোজ্যতা প্রকৃতি যত বেশি হয় সেটা তত বেশি উত্তাপে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। আবার HCl গ্যাসের প্রবাহে আর্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড (MgCl₂·6H₂O) কে উত্তপ্ত করলে অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড (MgCl₂) প্রস্তুত করা সম্ভব।



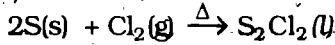
ধাতব হ্যালাইডসমূহের মধ্যে অধিকাংশই পানিতে দ্রবণীয়। কিন্তু লেড হ্যালাইডসমূহ, সিলভার ও মারকারি (I) এর ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড পানিতে অদ্রবণীয়।

২.৯ অধাতব হ্যালাইডসমূহ (Non-metal halides)

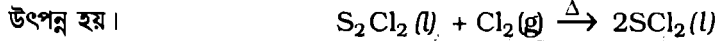
(ক) প্রস্তুতি : ফ্লোরিন ও অধাতব মৌলের বিক্রিয়ার ফলে অধাতব মৌলের সর্বোচ্চ জারণ অবস্থা সহযোগে অধাতব ফ্লোরাইড উৎপন্ন হয়। অন্যসব হ্যালোজেনের বেলায় বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত হ্যালোজেনের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে অধাতব হ্যালাইড উৎপন্ন হয়ে থাকে। যেমন, বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত ক্লোরিনের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে ফসফরাস ও ক্লোরিন ফসফরাস (III) ক্লোরাইড (PCl₃) অথবা ফসফরাস (V) ক্লোরাইড (PCl₅) উৎপন্ন করে।



গলিত সালফারের সাথে শূষ্ক ক্লোরিন বিক্রিয়া করে হলুদ বর্ণের তৈলাক্ত সালফার মনোক্লোরাইড গঠন করে।

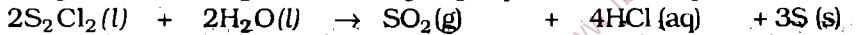
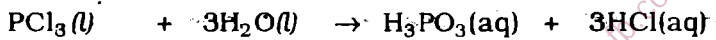
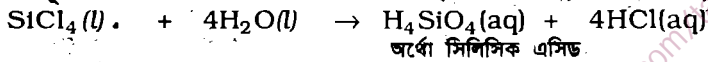


আবার সালফার মনোক্লোরাইডকে ক্লোরিন দ্বারা সম্পৃক্ত করলে গাঢ় লাল বর্ণের তরল সালফার ডাই ক্লোরাইড



(খ) অধাতব হ্যালাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ ধর্ম :

অধাতব হ্যালাইডসমূহ সমযোজী যৌগ এবং এরা পানিতে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে HX গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন,



ব্যতিক্রম : CCl₄ (কার্বন টেট্রাক্লোরাইড) আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। কারণ কার্বন চারের অধিক সমযোজ্যতা প্রদর্শন করতে পারে না। সিলিকন ও ফসফরাস তাদের শূন্য 3d অরবিটাল ব্যবহার করে ছয় পর্যন্ত সমযোজ্যতা প্রদর্শন করতে পারে। এক্ষেত্রে পানির অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল Si ও P এর 3d অরবিটালের সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে। ফলে Si ও P এর হ্যালাইড আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। ১ম অধ্যায়ের ১.৩ অনুচ্ছেদের ৭। হ্যালাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্রষ্টব্য।

২.১০ হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহের প্রস্তুতি ও সাধারণ ধর্ম (Preparation and general properties of HX)

প্রস্তুতি : হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহ যেমন, হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড HF, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড HCl, হাইড্রোজেন ব্রোমাইড HBr এবং হাইড্রোজেন আয়োডাইড HI প্রকৃতিকে নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে প্রস্তুত করা যায় :

যেমন, (১) সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে H_2 গ্যাস ও হ্যালোজেন (X_2) থেকে

(২) ধাতব হ্যালাইড থেকে গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় ও

(৩) ফসফরাস হ্যালাইড থেকে আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়।

হাইড্রোজেন হ্যালাইড গ্যাসসমূহের জলীয় দ্রবণকে হ্যালোজেন হাইড্রাসিড বলে।

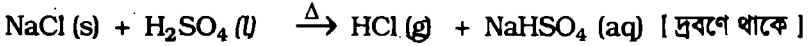
(১) সংশ্লেষণ পদ্ধতি : **HCl** প্রস্তুতি : হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের বেলায় সংশ্লেষণ পদ্ধতি বেশ কার্যকর হয়।

বাণিজ্যিকভাবে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহে হাইড্রোজেনকে দহন করে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস উৎপাদন করা হয়।



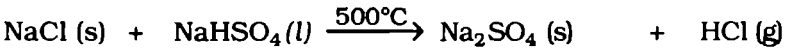
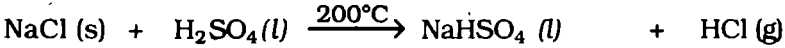
বাস্তবে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডের সংশ্লেষণ সুবিধাজনক নয়। হাইড্রোজেন ও ফ্লোরিনের বিক্রিয়া বিপজ্জনকভাবে দ্রুতগতিতে ঘটে। আবার হাইড্রোজেনের সাথে ব্রোমিন অথবা আয়োডিনের বিক্রিয়া খুব ধীরগতিতে ঘটে বলে উৎপাদন হার কম হয়।

(২) ধাতব হ্যালাইড ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় : (ক) **HCl** প্রস্তুতি : সোডিয়াম ক্লোরাইড ও গাঢ় সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়া দ্বারা পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়।

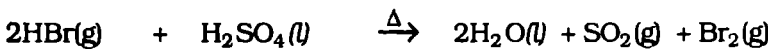
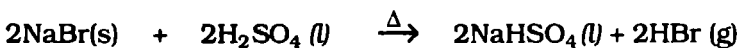


এ পদ্ধতির সীমাবদ্ধতা : হাইড্রোজেন ব্রোমাইড (**HBr**) ও হাইড্রোজেন আয়োডাইড (**HI**) কে তাদের হ্যালাইড লবণ ও গাঢ় সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়া দ্বারা প্রস্তুত করা যায় না। কারণ একেত্রে উৎপন্ন HBr এবং HI বিজারণধর্মী হওয়ায় গাঢ় H_2SO_4 (জারক) দ্বারা HBr ও HI জারিত হয়ে যথাক্রমে ব্রোমিন ও আয়োডিন উৎপন্ন করে।

(খ) NaCl এর সাথে গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে প্রায় $200^\circ C$ তাপমাত্রায় HCl গ্যাস ও সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন করে এবং প্রায় $500^\circ C$ এর উর্ধ্বে সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট আরও NaCl এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সালফেট ও অধিক HCl গ্যাস উৎপন্ন করে।



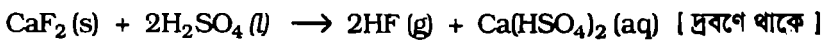
(গ) ধাতব ক্লোরাইডের সাথে গাঢ় H_2SO_4 কে উত্তপ্ত করে HCl গ্যাস প্রস্তুতির মত ধাতব ব্রোমাইড ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় HBr গ্যাস প্রস্তুত করা যায় না। ধাতব ব্রোমাইড যেমন, NaBr কে গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে উত্তপ্ত করলে প্রথমে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড (HBr) উৎপন্ন হলেও উৎপন্ন **HBr** মৃদু বিজারণধর্মী হওয়ায় তাকে জারণধর্মী গাঢ় সালফিউরিক এসিড জারিত করে ব্রোমিন বাষ্পে পরিণত করে। অপরদিকে গাঢ় H_2SO_4 বিজারিত হয়ে সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস (SO_2) ও পানি উৎপন্ন করে থাকে।



অনুরূপভাবে NaI এর সাথে গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়া দ্বারা HI প্রস্তুত করা যায় না। এক্ষেত্রে NaI লবণ ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় প্রথমে $NaHSO_4$ ও HI উৎপন্ন হলেও বিজারণধর্মী HI ও জারণধর্মী গাঢ় H_2SO_4 এর পারস্পরিক জারণ বিজারণ ক্রিয়ায় HI জারিত হয়ে আয়োডিন ও গাঢ় H_2SO_4 বিজারিত হয়ে SO_2 গ্যাস ও পানি উৎপন্ন হয়।

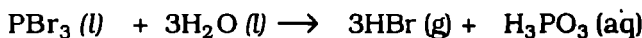


(ঘ) HF প্রস্তুতি : হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড বিবাক্ত ও ক্ষয়কারক। তাই বিশেষ ব্যবস্থায় ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইড ও গাঢ় সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়া দ্বারা হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডকে প্রস্তুত করা হয়।

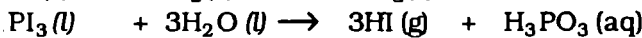
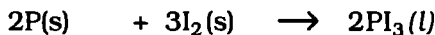


(ঙ) ফসফরাস হ্যালাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণে HBr ও HI প্রস্তুতি : পরীক্ষাগারে ফসফরাস টাইব্রোমাইডকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড (HBr) এবং ফসফরাস টাইআয়োডাইডকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে হাইড্রোজেন আয়োডাইড (HI) প্রস্তুত করা হয়।

(ক) HBr প্রস্তুতি : লোহিত ফসফরাস ও ব্রোমিনের মিশ্রণে ফোঁটায় ফোঁটায় পানি যোগ করলে প্রথমে ফসফরাস টাইব্রোমাইড উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন PBr_3 পানি দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে HBr ও ফসফরাস এসিড (H_3PO_3) উৎপন্ন হয়।



(খ) HI প্রস্তুতি : লোহিত ফসফরাস ও আয়োডিন গুঁড়ার মিশ্রণে ফোঁটায় ফোঁটায় পানি যোগ করলে প্রথমে ফসফরাস টাইআয়োডাইড এবং পরে উৎপন্ন PI_3 পানি দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে HI ও ফসফরাস এসিড (H_3PO_3) উৎপন্ন হয়।

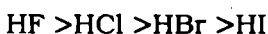


HX এর ভৌত ধর্ম : হাইড্রোজেন হ্যালাইডের কয়েকটি ভৌত ধর্ম যেমন, তাদের পানিতে দ্রাব্যতা, বন্ধন বিয়োজন এনথালপি, ΔH_d^\ominus ; আয়নীকরণ বা বিয়োজন ধ্রুবক pK_a ও স্ফুটনাঙ্ক T_b এর প্রমাণ মান নিম্নে দেয়া হল।

সারণি ২৬ : HX এর কয়েকটি ভৌত ধর্মের উপাত্ত বা ডাটা

ভৌতধর্ম	HF	HCl	HBr	HI
১। পানিতে দ্রাব্যতা (g/100g পানি) :	98	93	221	425
২। বন্ধন বিয়োজন এনথালপি, ΔH_d^\ominus /kJmol ⁻¹ :	+560	+430	+370	+300
৩। এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক, K_a :	5.62×10^{-4}	2.5×10^7	3.2×10^9	1.0×10^{10}
৪। এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক, pK_a :	3.25	-7.4	-9.5	-10
৫। বিশুদ্ধ এসিডের স্ফুটনাঙ্ক, T_b (°C) :	20	-85	-67	-35
৬। স্থির স্ফুটনাঙ্কের জলীয় মিশ্রণ, স্ফুটনাঙ্ক (°C) :	120°C	110°C	126°C	126°C
HX এর শতকরা সংযুক্তি	36%	20.24%	47.5%	57%

(ক) সারণি ২৬-এ জানা যায়, HX এর প্রমাণ বন্ধন বিয়োজন এনথালপি ΔH_d^\ominus নিম্নরূপে হ্রাস পায়।



একই কারণে HX সমূহের তাপীয় স্থায়িত্ব একই হারে কমে যায়। প্রমাণ বন্ধন বিয়োজন এনথালপি, ΔH_d^\ddagger এর মান থেকে জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন হ্যালাইড HX সমূহের প্রোটন প্রদান ক্ষমতার তুলনা করা যায়। প্রমাণ বন্ধন বিয়োজন এনথালপির বিপরীত ক্রমে জলীয় দ্রবণে এসিডসমূহের প্রোটন প্রদান ক্ষমতা প্রকাশ পায়।



সুতরাং হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহের জলীয় দ্রবণে তাদের অম্লীয় শক্তিক্রম নিম্নরূপ। যেমন,



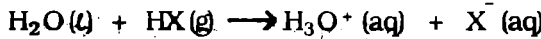
(খ) হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) সমূহের বিয়োজন ধুবক pK_a এর মান থেকে জানা যায়, একমাত্র HF ছাড়া অন্যসব হ্যালাইডসমূহ পানিতে বেশ দ্রবণীয় এবং তারা তীব্র এসিড।

(গ) হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহ যেমন, HCl, HBr, HI বর্ণহীন ঝাঁঝালো গ্যাস। HF বিষাক্ত গ্যাস। 20°C এর নিম্নতাপমাত্রায় HF বর্ণহীন তরল। প্রতিটি HX বাতাসে জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে ধূমায়িত হয়। তারা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং পানিতে বেশ দ্রবণীয় (সারণি ২.৬ দ্রষ্টব্য)।

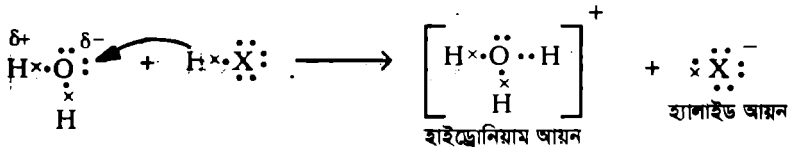
রাসায়নিক ধর্ম : ১। হাইড্রোজেন হ্যালাইডসমূহের (HX এর) পানিতে দ্রাব্যতা ও অম্লীয় ধর্ম : প্রতিটি হাইড্রোজেন হ্যালাইড যেমন, HF, HCl, HBr ও HI হল গ্যাস এবং তারা পানিতে দ্রবণীয়। HX এর জলীয় দ্রবণ অম্লীয় হয়। (সারণি-২.৬ দ্রষ্টব্য)।

পানিতে HX এর দ্রাব্যতার কারণ হল নিম্নরূপ :

(১) পানিতে HX এর দ্রাব্যতা : পানি হল পোলার তরল অর্থাৎ পানি অণুর (H_2O) অক্সিজেন প্রান্তে ঋণাত্মক ও হাইড্রোজেন প্রান্তে ধনাত্মক মেরু বা পোলারিটি আছে। HF সর্বাধিক পোলার HCl, HBr মধ্যম পোলার, HI অপোলার হলেও এর বন্ধন বিয়োজন এনথালপি খুব কম (+ 300 kJmol⁻¹)। আবার HX অণুস্থিত ক্লোরিন; ব্রোমিন ও আয়োডিন পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতা অপেক্ষা পানি অণুস্থিত অক্সিজেন পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি। তাই পানি অণুর অধিক পোলারিটির প্রভাবে H-X অণুর মধ্যস্থ বন্ধন বিয়োজিত হয়ে H⁺ উৎপন্ন হয় এবং তা অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) রূপে পানিতে থাকে।



(২) HX এর অম্লীয় ধর্ম : হাইড্রোজেন হ্যালাইড গ্যাস (HX) পানিতে দ্রবণীয়। জলীয় দ্রবণে পোলার পানি অণুর পোলারিটির প্রভাবে HX আয়নিত হয়ে হাইড্রোজেন আয়ন (H⁺) বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) উৎপন্ন করে। যেমন,

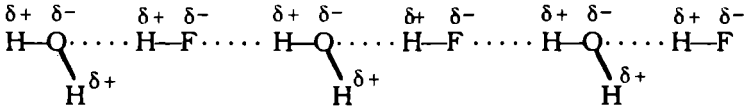


তাই HX এর জলীয় দ্রবণে নীল লিটমাস লাল হয়, ফারকের সাথে HX এর বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন হয় ও ধাতুর সাথে HX এর জলীয় দ্রবণের বিক্রিয়ায় H₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়। এসব কারণে অ্যারহেনিয়াসের আয়নিক মতবাদ অনুসারে HX এর জলীয় দ্রবণকে হাইড্রোহ্যালিক এসিড বলা হয়।

আবার যে যৌগ জলীয় দ্রবণে সহজে আয়নিত হয়ে অধিক সংখ্যক হাইড্রোজেন আয়ন (H⁺) বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) উৎপন্ন করে সে যৌগ তত বেশি সবল এসিড হয়। এসিডের শক্তিমাত্রার তুলনামূলক পরিমাপ এসিড

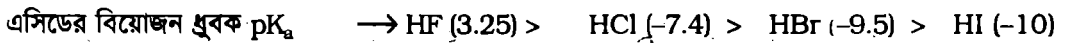
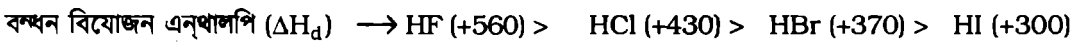
অণুর বন্ধন বিয়োজন এনথালপি এবং জলীয় দ্রবণে এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক (K_a) এর উচ্চমান অথবা pK_a এর উচ্চ ঋণাত্মক মান থেকে বোঝা যায়। সারণি ২.৬ থেকে জানা যায়, HX অণুসমূহের বন্ধন বিয়োজন এনথালপির মান HF এর বেলায় সর্বাধিক ($\Delta H_d = + 560 \text{ kJmol}^{-1}$) এবং ক্রমান্বয়ে হ্রাস পেয়ে HI এর বেলায় সর্বনিম্ন ($\Delta H_d = + 300 \text{ kJmol}^{-1}$) হয়েছে। এ উপাত্ত থেকে বোঝা যায় যে, HX এর অণুসমূহ কম স্থিতিশীল; ফলে এরা জলীয় দ্রবণে সহজে বিয়োজিত হয়ে H^+ তথা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) উৎপন্ন করে। আবার এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক K_a এর উচ্চ ধনাত্মক মান অথবা pK_a (বা, $-\log K_a$) এর উচ্চ ঋণাত্মক মান থেকে বোঝা যায় HF মৃদু বা দুর্বল এসিড, কিন্তু HCl, HBr এবং HI এ সব সবল এসিড।

(ক) HF একটি মৃদু বা দুর্বল এসিড : চারটি হাইড্রোহ্যালিক এসিডের মধ্যে হাইড্রোফ্লোরিক এসিড (HF) একটি মৃদু বা দুর্বল এসিড। এর pK_a এর মান হল ধনাত্মক এবং $pK_a = 3.25$ (এখানে, $pK_a = -\log K_a$ এবং $K_a = 5.62 \times 10^{-4}$)। ধনাত্মক pK_a এর মান থেকে বোঝা যায় যে, HF পানিতে কম আয়নিত হয় এবং এটি একটি মৃদু এসিড। এর কারণ হল ফ্লোরিন পরমাণুর আকার হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে সবচেয়ে ছোট। ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান সবচেয়ে বেশি এবং হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা HF অণু ও পানি অণু যুক্ত হয়ে দীর্ঘ গুচ্ছ অণু সৃষ্টি করে। যেমন,



অক্সিজেনের চেয়ে ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি হওয়ায় H_2O এবং HF-এর দীর্ঘ গুচ্ছ অণুর মধ্যে H-F বন্ধন ও H-O বন্ধনের মত দৃঢ় অবস্থায় থাকে। তাই H-F কম পরিমাণে আয়নিত হতে পারে। ফলে এর বিয়োজন ধ্রুবক K_a এর মান কম হয়। এজন্য HF এর জলীয় দ্রবণ একটি দুর্বল বা মৃদু এসিড।

(খ) HI একটি তীব্র এসিড : হাইড্রোহ্যালিক এসিড (HX) এর তীব্রতার ক্রম : হাইড্রোহ্যালিক এসিড (HX) হল চারটি যেমন, HF (aq), HCl (aq), HBr (aq) ও HI (aq)। তাদের বন্ধন বিয়োজন এনথালপি ও বিয়োজন ধ্রুবক pK_a এর মান হল নিম্নরূপ :



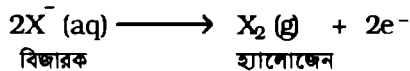
জলীয় দ্রবণে HX সমূহের অম্লধর্মের তীব্রতা HX এর বন্ধন বিয়োজন এনথালপি ও তাদের বিয়োজন ধ্রুবকের মানের ওপর নির্ভর করে। বন্ধন বিয়োজন এনথালপি ও এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক pK_a এর মান যত কম হবে ঐ HX এসিডের জলীয় দ্রবণে প্রোটন প্রদান ক্ষমতা তত বাড়বে অর্থাৎ এসিডের অম্লধর্মের তীব্রতা তত বৃদ্ধি পায়।

HF, HCl, HBr ও HI এর বন্ধন বিয়োজন এনথালপি ও বিয়োজন ধ্রুবক pK_a এর মান থেকে বোঝা যায় HX এসিডসমূহের মধ্যে HI হল তীব্রতম এসিড এবং HF হল মৃদু এসিড। অর্থাৎ HX এসিডসমূহের তীব্রতার ক্রম হল :

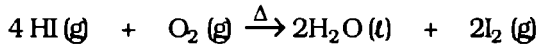


উল্লেখ্য, বন্ধন বিয়োজন এনথালপি ও এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক pK_a এর মান থেকে প্রমাণিত হল HI হল একটি তীব্র এসিড এবং HX এসিডসমূহের : হাঃ তীব্রতম। উপরিউক্ত উভয় ধর্মের মূলে রয়েছে হ্যালোজেন পরমাণুসমূহের আকারের প্রভাব। ফ্লোরিন পরমাণু : আকার সবচেয়ে ছোট এবং ক্লোরিন ও ব্রোমিন পরমাণুর আকারের চেয়ে আয়োডিন পরমাণুর আকার অনেক বড়। এজন্য H-F, H-Cl, H-Br বন্ধনের তুলনায় H-I বন্ধনের ইলেকট্রন যুগলের ওপর আয়োডিন পরমাণুর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বা টান কম থাকে। তাই HI এর বেলায় এ বন্ধন সহজে ভেঙে পানিতে H^+ তথা H_3O^+ উৎপন্ন হয়। এজন্যই HX এর মধ্যে HI তীব্রতম এসিড হয়েছে।

(৩) **HX** এর বিজারণ ধর্ম : যে পদার্থ সহজেই ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং নিজে জারিত হয়, তাকে বিজারক বলা হয়। সাধারণভাবে হ্যালাইড আয়ন (X^-) সহজেই ইলেকট্রন ত্যাগ করে হ্যালোজেন (X_2) উৎপন্ন করে। তাই হ্যালাইড আয়ন প্রবল বিজারক।



HF অর্থাৎ F^- আয়ন সবচেয়ে দুর্বল বিজারক। অপরদিকে HI অর্থাৎ I^- আয়ন তীব্র বিজারক। এর কারণ F^- আয়নের আকার ছোট। তাই ফ্লোরাইড আয়ন (F^-) এর জারণ কালে যে ইলেকট্রনটি ত্যাগ করা হবে, সেটি নিউক্লিয়াসের খুবই নিকটে এবং প্রবলভাবে আকৃষ্ট হওয়ায় তাকে সরানো কঠকর। তাই **HF** খুবই দুর্বল বিজারক। অপরদিকে HI অর্থাৎ আয়োডাইড আয়ন (I^-) প্রবল বিজারক। কারণ আয়োডাইড আয়ন (I^-) আকারে বড় এবং এর যে ইলেকট্রনটি ত্যাগ করা হবে তা নিউক্লিয়াস থেকে দূরে হওয়ায় দুর্বলভাবে আকৃষ্ট থাকে বলে তাকে সরানো সহজ। তাই HI উত্তম অবস্থায় বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে আয়োডিন উৎপন্ন করে।



আবার HX এর গঠন এনথালপি থেকে জানা যায়, তাদের স্থায়িত্ব পর্যায় সারণির হ্যালোজেন গ্রুপের নিচের দিকে কমতে থাকে। যেমন,

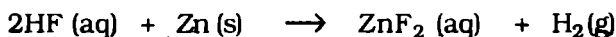
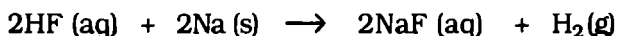
(ক) HF ও HCl গ্যাস 1100°C পর্যন্ত স্থায়ী থাকে।

(খ) 440°C তাপমাত্রায় HBr গ্যাস 1% এবং HI গ্যাস 20% বিয়োজিত হয়ে থাকে। এ থেকে বোঝা যায়, HX এর বিজারণ ধর্ম গ্রুপভিত্তিক নিচের দিকে বৃদ্ধি পায়। অতএব $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ (বাস্তবে জারণ যোগ্য নয়)

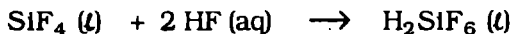
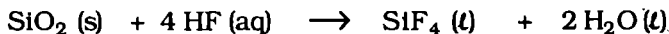
২.১০.১ HF, HCl, HBr, HI এর বিশেষ রাসায়নিক ধর্ম (Special chemical properties of HF, HCl, HBr, HI)

(ক) হাইড্রোফ্লোরিক এসিড (**HF**) এর রাসায়নিক ধর্ম :

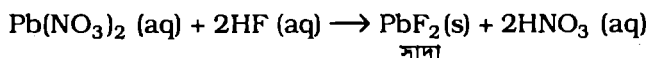
১। ধাতুর সাথে বিক্রিয়া : সক্রিয়তা সিরিজে H এর ওপরে অবস্থিত সক্রিয় ধাতু যেমন, Na, Mg, Zn, Fe ইত্যাদি হাইড্রোফ্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে H_2 গ্যাস ও ধাতব ফ্লোরাইড লবণ উৎপন্ন করে।



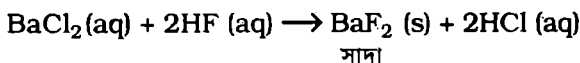
২। সিলিকা বাগির সাথে বিক্রিয়া : সিলিকা বাগি বা সিলিকন ডাইঅক্সাইড হাইড্রোফ্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে প্রথমে সিলিকন টেট্রাফ্লোরাইড এবং শেষে অধিক HF এর সাথে বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় হাইড্রোফ্লোরো সিলিসিক এসিড (H_2SiF_6) উৎপন্ন করে। তাই কাচের ওপর নকশা করার কাজে HF এসিড ব্যবহৃত হয়।



৩। ফ্লোরাইড আয়ন (F^-) এর অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া : (ক) লেড নাইট্রেট দ্রবণ ও হাইড্রোফ্লোরিক এসিডের বিক্রিয়ায় লেড ফ্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।



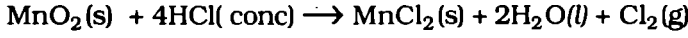
(খ) বেরিয়াম ফ্লোরাইড দ্রবণ ও HF দ্রবণের বিক্রিয়ায় বেরিয়াম ফ্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এ অধঃক্ষেপ গাঢ় HCl এসিডে দ্রবণীয়, কিন্তু লঘু HCl এসিড ও HNO_3 এসিডে অদ্রবণীয়।



(খ) হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) এর রাসায়নিক ধর্ম :

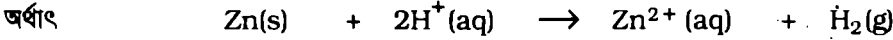
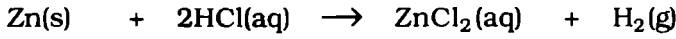
১। জারক পদার্থের সাথে গাঢ় HCl এর বিক্রিয়া : শক্তিশালী জারক যেমন, MnO_2 , $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, Pb_3O_4 , PbO_2 প্রভৃতি HCl কে জারিত করে ক্লোরিন গ্যাস ও ধাতব ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। এ সব বিক্রিয়ায় HCl দ্বারা জারক পদার্থ বিজারিত হয়ে থাকে।

উৎপন্ন ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2) গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া কালে HCl জারিত হয়ে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং MnO_2 বিজারিত হয়ে পানি ও ম্যাঙ্গানাস ক্লোরাইড ($MnCl_2$) এ পরিণত হয়।



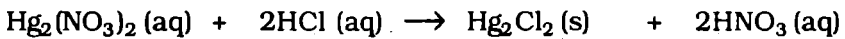
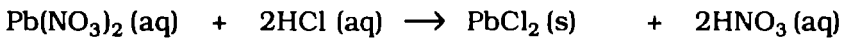
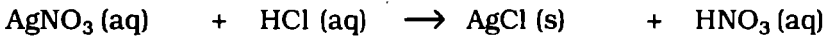
উল্লেখ্য, জারক পদার্থ দ্বারা HCl জারিত হয়ে Cl_2 (জারক) উৎপন্ন হয়; তাই কোন বিজারক পদার্থ যেমন, $FeSO_4$ দ্রবণকে কোন জারক দ্বারা টাইট্রেশন কালে যেমন, $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশনকালে উক্ত বিজারক পদার্থের দ্রবণকে HCl দ্বারা অম্লীয় করা যাবে না।

২। ধাতুর সাথে বিক্রিয়া : সক্রিয়তা সিরিজে H এর ওপরে অবস্থিত ধাতু যেমন, Mg, Zn, Fe ইত্যাদি হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে H_2 গ্যাস ও ক্লোরাইড লবণ উৎপন্ন করে।



উল্লেখ্য, সক্রিয়তা সিরিজে H এর নিচে অবস্থিত Cu দ্বারা HCl থেকে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন সম্ভব নয়।

৩। ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) এর অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া : সিলভার, লেড ও মারকারি প্রভৃতি ধাতুর দ্রবণীয় লবণের দ্রবণে লঘু HCl এর দ্রবণ যোগ করলে যথাক্রমে সিলভার ক্লোরাইড ($AgCl$), লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$) ও মারকিউরাস ক্লোরাইড প্রভৃতির সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।



মারকিউরাস নাইটেট

মারকিউরাস ক্লোরাইড

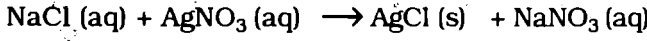
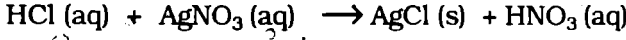
এ বিক্রিয়াসমূহ ক্ষারকীয় মূলক বা আয়নের পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়। হ্যালাইড আয়ন (Cl^- , Br^- , I^-) সমূহ সিলভার আয়ন (Ag^+) এর সাথে বিক্রিয়া করে বিভিন্ন বর্ণের অধঃক্ষেপ গঠন করে।

৪। খাদ্য লবণ থেকে বিশুদ্ধ NaCl প্রস্তুতিতে HCl এর ভূমিকা : খাদ্য লবণে NaCl এর সাথে $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, Na_2SO_4 ইত্যাদি লবণ ভেজালরূপে মিশ্রিত থাকে। এ খাদ্য লবণের গাঢ় জলীয় দ্রবণে HCl গ্যাস বা HCl এসিড যোগ করলে বিশুদ্ধ NaCl এর কেলাস পৃথক হয়ে আসে। কারণ দ্রবণে খাদ্য লবণের অন্যান্য লবণসহ NaCl বিয়োজিত হয়ে Na^+ এবং Cl^- উৎপন্ন করে। এর মধ্যে HCl যোগ করলে তা আয়নিত হয়ে H^+ এবং Cl^- উৎপন্ন করে। ফলে দ্রবণে উভয়ের সাধারণ আয়ন যেমন, Cl^- এর আধিক্য ঘটে। তখন NaCl এর দ্রাব্যতা গুণফলের মান স্থির রাখার জন্য কিছু Cl^- আয়ন ও Na^+ যুক্ত হয়ে কেলাসরূপে পাত্রের তলায় জমা

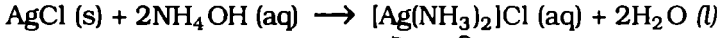
হয়। ভেজাল লবণগুলো দ্রবীভূত থাকে। NaCl কেলাস পৃথক করে গাঢ় HCl দ্বারা ধুয়ে শেষে উত্তম করে উক্ত HCl-কে বাষ্পীভূত করা হয়। তখন বিশুদ্ধ NaCl কেলাস পাওয়া যায়।

ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) এর শনাক্তকরণ

৫। সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ পরীক্ষা : ক্লোরাইড আয়নবিশিষ্ট যে কোন দ্রবণীয় যৌগ যেমন, হাইড্রোক্লোরিক এসিড (অথবা NaCl) এর দ্রবণে কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে অদ্রবণীয় সিলভার ক্লোরাইডের (দধির ন্যায়) সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।



উৎপন্ন AgCl এর সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH দ্রবণের সাথে সহজেই ডাই অ্যাম্মিন সিলভার (I) ক্লোরাইড $[Ag(NH_3)_2]Cl$ নামক জটিল যৌগ উৎপন্ন করে। ফলে অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় ও বর্ণহীন হয়।



ডাই অ্যাম্মিন

সিলভার (I) ক্লোরাইড

(গ) হাইড্রোব্রোমিক এসিড (HBr) এর রাসায়নিক ধর্ম :

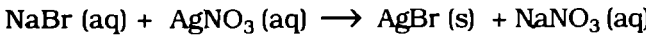
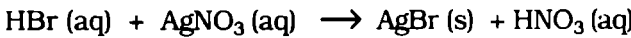
১। জারক পদার্থের সাথে গাঢ় HBr এর বিক্রিয়া : ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2), পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$), পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$), গাঢ় H_2SO_4 , HNO_3 ইত্যাদি জারক পদার্থের সাথে বিক্রিয়াকালে HBr নিজে জারিত হয়ে Br_2 উৎপন্ন করে এবং জারক পদার্থকে বিজারিত করে থাকে। যেমন, ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2) ও গাঢ় HBr এসিডের মিশ্রণকে উত্তম করলে HBr জারিত হয়ে ব্রোমিন এবং MnO_2 বিজারিত হয়ে ম্যাঙ্গানাস ব্রোমাইড ($MnBr_2$) ও পানি উৎপন্ন হয়।



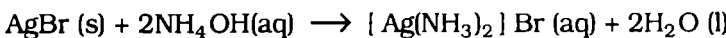
HBr -এর অন্যান্য রাসায়নিক ধর্ম HCl -এর রাসায়নিক ধর্মের মত।

ব্রোমাইড আয়ন (Br^-) এর শনাক্তকরণ

২। সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ পরীক্ষা : ব্রোমাইড আয়ন বিশিষ্ট যে কোন দ্রবণীয় যৌগ যেমন, HBr এসিড অথবা সোডিয়াম ব্রোমাইড এর দ্রবণে কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে অদ্রবণীয় সিলভার ব্রোমাইডের হৃদে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।



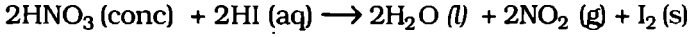
উক্ত অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH দ্রবণে ধীরে ধীরে দ্রবীভূত হয়ে ডাইঅ্যাম্মিন সিলভার (I) ব্রোমাইড $[Ag(NH_3)_2]Br$ নামক দ্রবণীয় জটিল যৌগ উৎপন্ন করে বর্ণহীন দ্রবণ সৃষ্টি করে।



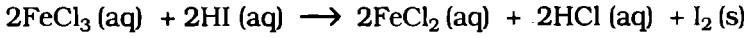
(ঘ) হাইড্রায়োডিক এসিড (HI) এর রাসায়নিক ধর্ম :

১। HI একটি বিজারক : জারক পদার্থের সাথে গাঢ় HI এর বিক্রিয়া : হাইড্রায়োডিক এসিড (HI) একটি অস্থায়ী যৌগ হওয়ায় তা সহজেই বিয়োজিত হয়ে যে কোন জারক পদার্থকে জায়মান হাইড্রোজেন সরবরাহ করতে পারে। তাই HI শক্তিশালী বিজারকরূপে ক্রিয়া করে। জলীয় দ্রবণে মূলত আয়োডাইড আয়নের ইলেকটন জারক পদার্থকে সরবরাহ করে HI বিজারকরূপে ক্রিয়া করে। যেমন,

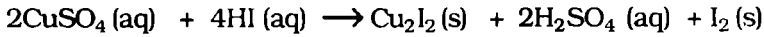
(ক) গাঢ় HNO₃ সহ HI : গাঢ় নাইটিক এসিডকে HI এসিড বিজারিত করে নাইটোজেন ডাইঅক্সাইডে পরিণত করে এবং নিজে জারিত হয়ে আয়োডিন ও পানি উৎপন্ন করে।



(খ) FeCl₃ সহ HI : ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে HI এসিড যোগ করলে তা ফেরিক ক্লোরাইডকে বিজারিত করে ফেরাস ক্লোরাইড ও HCl এসিডে পরিণত করে এবং নিজে জারিত হয়ে আয়োডিনে পরিণত হয়।

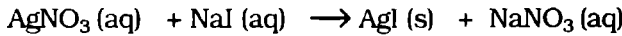
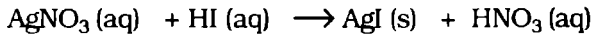


(গ) CuSO₄ সহ HI : কপার সালফেট দ্রবণে HI দ্রবণ যোগ করলে তা CuSO₄ কে বিজারিত করে কিউপ্রাস আয়োডাইডের সাদা অধঃক্ষেপ ও লঘু H₂SO₄ এ পরিণত করে নিজে জারিত হয়ে আয়োডিনে পরিণত হয়।

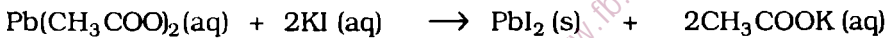
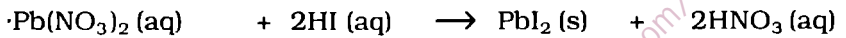


আয়োডাইড আয়ন (I⁻) এর শনাক্তকরণ

২। সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ পরীক্ষা : সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে HI এসিড অথবা যে কোন দ্রবণীয় আয়োডাইডের দ্রবণ যোগ করলে সিলভার আয়োডাইডের হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপ লঘু নাইটিক এসিডে অথবা অ্যামোনিয়া দ্রবণে অদ্রবণীয়।



৩। লেড লবণ যেমন, লেড নাইট্রেট অথবা লেড অ্যাসিটেটের দ্রবণে HI এসিড অথবা দ্রবণীয় আয়োডাইড লবণের দ্রবণ যোগ করলে লেড আয়োডাইডের সোনালী হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।



লেড আয়োডাইডের এই অধঃক্ষেপ ফুটন্ত পানিতে দ্রবীভূত হয়। কিন্তু উক্ত দ্রবণকে শীতল করলে পুনরায় লেড আয়োডাইড (PbI₂) এর সোনালী হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ দেখা দেয়।

২.১১ HF, HCl, HBr, HI এর ধর্মাবলির তুলনামূলক আলোচনা (Comparative studies of properties of HF, HCl, HBr, HI)

সারণি ২.৭ : HF, HCl, HBr ও HI এর তুলনামূলক আলোচনা

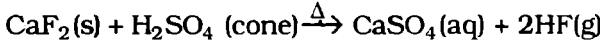
ধর্মাবলি	HF	HCl	HBr	HI
১। ভৌত অবস্থা (25°C)	১। বর্ণহীন বিষাক্ত গ্যাস	১। বর্ণহীন ঝাঁঝালো গ্যাস	১। বর্ণহীন ঝাঁঝালো গ্যাস	১। বর্ণহীন ঝাঁঝালো গ্যাস
২। স্ফুটনাঙ্ক (°C)	২। 20°C	২। - 85°C	২। - 67°C	২। - 35°C
৩। গঠন এনথালপি ΔH°_f	৩। - 270 kJmol ⁻¹	৩। - 92 kJmol ⁻¹	৩। - 36 kJmol ⁻¹	৩। - 26 kJmol ⁻¹
৪। বিয়োজন এনথালপি ΔH°_d :	৪। + 560 kJmol ⁻¹	৪। + 430 kJmol ⁻¹	৪। + 370 kJmol ⁻¹	৪। + 300 kJmol ⁻¹
৫। তাপে স্থায়িত্ব :	৫। খুব স্থায়ী 1100°C এর উর্ধ্বে ধীরে বিয়োজিত হয়।	৫। খুব স্থায়ী, 1100°C এর উর্ধ্বে ধীরে বিয়োজিত হয়।	৫। কম স্থায়ী; 440°C এ HBr গ্যাস মাত্র 1% বিয়োজিত হয়।	৫। কম স্থায়ী; 440°C এ HI গ্যাস 20% বিয়োজিত হয়।
৬। দ্রাব্যতা (পানিতে) :	৬। দ্রবণীয় (98g)	৬। দ্রবণীয় (93g)	৬। অতি দ্রবণীয় (221g)	৬। অতি দ্রবণীয় (425 g)
৭। সমস্ফুটন মিশ্রণ স্ফুটনাঙ্ক :	৭। 36% HF b.p. 120°C	৭। 20.24% HCl b. p. 110°C	৭। 47.5% HBr b. p. 126°C	৭। 57% HI b. p. 126°C
৮। তীব্রতা এসিডের	৮। মৃদু এসিড $pK_a = 3.25$	৮। তীব্র এসিড $pK_a = -7.4$	৮। তীব্র এসিড $pK_a = -9.5$	৮। তীব্র এসিড $pK_a = -10$
৯। বিজারকরূপে ক্রিয়া :	৯। HF এর কোন কার্যত বিজারণ ধর্ম নেই। বাস্তবে কোন জারকের-ও HF এর ওপর ক্রিয়া নেই।	৯। ক্লোরাইড আয়ন (Cl ⁻) মৃদু বিজারক তাই HCl কে তীব্র জারক MnO ₂ , HNO ₃ , KMnO ₄ , K ₂ Cr ₂ O ₇ ইত্যাদি জারিত করে Cl ₂ উৎপন্ন করে।	৯। HB মধ্যম বিজারক; তাই তীব্র ও মৃদুজারক দ্বারা HBr জারিত হয়ে Br ₂ উৎপন্ন করে।	৯। HI এর বিজারণ ক্ষমতা বেশি; তাই প্রায় সব জারক দ্বারা জারিত হয়ে আয়োডিন উৎপন্ন করে।
১০। AgNO ₃ দ্রবণসহ :	১০। AgNO ₃ দ্রবণের সাথে HF কোন অধঃক্ষেপ দেয় না। কারণ উৎপন্ন AgF দ্রবণীয়।	১০। AgNO ₃ দ্রবণ ও HCl এর বিক্রিয়ায় AgCl এর সাদা অধঃক্ষেপ দেয়; যা NH ₄ OH এ দ্রবণীয়।	১০। AgNO ₃ দ্রবণ ও HBr এর বিক্রিয়ায় AgBr এর হলুদে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে; যা NH ₄ OH দ্রবণে কম দ্রবণীয়।	১০। AgNO ₃ দ্রবণ ও HI এর বিক্রিয়ায় হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে; যা NH ₄ OH এ অদ্রবণীয়।
১১। Cl ₂ দ্রবণ ও স্টার্চসহ :	১১। কোন বিক্রিয়া ঘটে না; কারণ Cl ₂ এর চেয়ে ফ্লোরিন অধিক সক্রিয়।	১১। কোন বিক্রিয়া ঘটে না; কারণ উভয় ক্ষেত্রে ক্লোরিন সাধারণ মৌল।	১১। Cl ₂ দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় Br ₂ উৎপন্ন ও স্টার্চ লালচে হলুদ বর্ণ হয়।	১১। Cl ₂ দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় I ₂ উৎপন্ন ও স্টার্চ নীল বর্ণ হয়।
১২। BaCl ₂ দ্রবণসহ :	১২। BaCl ₂ দ্রবণ ও HF এর বিক্রিয়ায় BaF ₂ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	১২। কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	১২। কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	১২। কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।

২.১১.১ বিভিন্ন হ্যালোজেন যৌগের ধর্মের পার্থক্য ও শনাক্তকরণ Differences among the properties of different halogen compounds and their identification

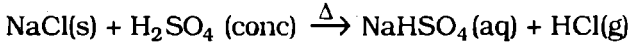
বিভিন্ন হ্যালোজেন যৌগের যেমন, ফ্লোরাইড, ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড যৌগের কঠিন অবস্থায় ও দ্রবণের সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়ায় প্রতি ক্ষেত্রে বিভিন্ন বর্ণযুক্ত গ্যাস, বিভিন্ন বর্ণের দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। এসব উৎপন্ন বর্ণযুক্ত গ্যাস, বিভিন্ন বর্ণের দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ পর্যবেক্ষণ করে ফ্লোরাইড, ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড প্রভৃতি শনাক্তকরণ ও তাদের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। যেমন,

১। গাঢ় H_2SO_4 সহ পরীক্ষা : চারটি টেস্টটিউবে পৃথকভাবে ফ্লোরাইড (CaF_2), ক্লোরাইড ($NaCl$), ব্রোমাইড (KBr) ও আয়োডাইড (KI) লবণ নিয়ে প্রত্যেকের মধ্যে গাঢ় H_2SO_4 যোগ করে উত্তপ্ত করা হয়।

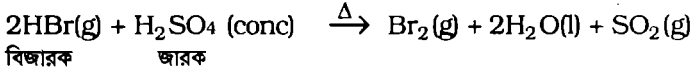
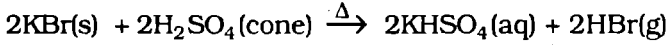
(ক) HF বাষ্পের সাদা ধোঁয়া বের হয়। নির্গত গ্যাস পানি সিক্ত কাচের রডের ওপর দাগ সৃষ্টি করে।



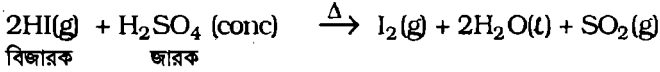
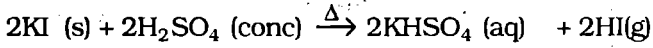
(খ) HCl গ্যাসের বর্ণহীন ঝাঁঝালো ধোঁয়া বের হয়। এ গ্যাস পানি সিক্ত কাচের ক্ষয় করে না।



(গ) Br_2 বাষ্পের লালচে বাদামি ঝাঁঝালো ধোঁয়া বের হয়।

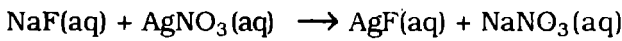


(ঘ) আয়োডিনের বেগুনি বর্ণের বাষ্প বের হয়।

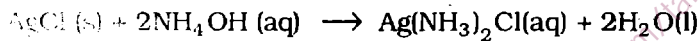
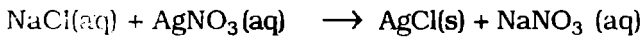


২। $AgNO_3$ দ্রবণসহ পরীক্ষা : ফ্লোরাইড (NaF), ক্লোরাইড ($NaCl$), ব্রোমাইড (KBr) ও আয়োডাইড (KI) লবণের দ্রবণে $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করা হয়।

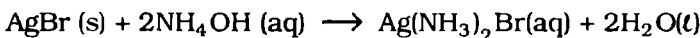
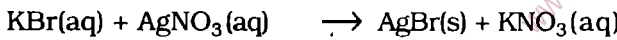
(ক) ফ্লোরাইড লবণের দ্রবণে কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না। কারণ উৎপন্ন AgF পানিতে দ্রবণীয়।



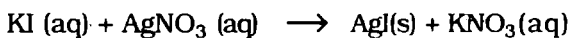
(খ) $AgCl$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। উক্ত অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয়। কিন্তু NH_4OH দ্রবণে উক্ত অধঃক্ষেপ ডাই অ্যাম্মিন সিলভার (I) ক্লোরাইডরূপে সহজেই দ্রবণীয়।



(গ) $AgBr$ এর হলুদে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। উক্ত অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয়। কিন্তু NH_4OH দ্রবণে সে অধঃক্ষেপ ডাই অ্যাম্মিন সিলভার (I) ব্রোমাইডরূপে ধীরে ধীরে দ্রবণীয়।

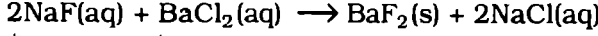


(ঘ) AgI এর হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে, এটি লঘু HNO_3 এসিড ও NH_4OH দ্রবণ উভয় ক্ষেত্রে অদ্রবণীয়।



৩। **BaCl₂ দ্রবণসহ পরীক্ষা :** ফ্লোরাইড (NaF), ক্লোরাইড (NaCl), ব্রোমাইড (KBr) ও আয়োডাইড (KI) লবণের দ্রবণে AgNO₃ দ্রবণ যোগ করা হয়।

(ক) BaF₂ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ লঘু HCl ও লঘু HNO₃ এসিডে অদ্রবণীয়; কিন্তু গাঢ় HCl এসিডে দ্রবণীয়।

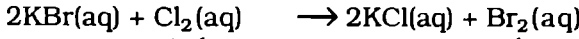


(খ) ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড লবণের দ্রবণে কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।

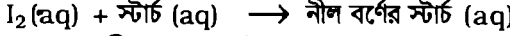
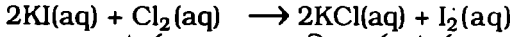
৪। **ক্লোরিন পানিসহ পরীক্ষা :** ফ্লোরাইড (NaF), ক্লোরাইড (NaCl), ব্রোমাইড (KBr) ও আয়োডাইড (KI) লবণের দ্রবণে ক্লোরিন পানি ও স্টার্চ দ্রবণ যোগ করা হয়।

(ক) ফ্লোরাইড ও ক্লোরাইড লবণের দ্রবণে কোন পরিবর্তন ঘটে না।

(খ) ব্রোমাইড লবণের দ্রবণ লালচে-হলুদ বর্ণ ধারণ করে।



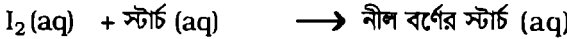
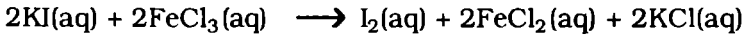
(গ) আয়োডাইড লবণের দ্রবণ নীল বর্ণ ধারণ করে। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন আয়োডিন স্টার্চ দ্বারা শোষণে নীল হয়।



৫। **প্রথম FeCl₃ দ্রবণসহ পরীক্ষা :** ফ্লোরাইড (NaF), ক্লোরাইড (NaCl), ব্রোমাইড (KBr) ও আয়োডাইড (KI) লবণের দ্রবণে প্রথম ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ ও স্টার্চ দ্রবণ যোগ করা হয়। [Fe³⁺ আয়ন জারক]

(ক) ফ্লোরাইড, ক্লোরাইড ও ব্রোমাইড লবণের দ্রবণে কোন পরিবর্তন ঘটে না।

(খ) আয়োডাইড লবণের দ্রবণ থেকে আয়োডিন মুক্ত হয় এবং স্টার্চ দ্বারা তা শোষিত হয়ে নীল বর্ণ ধারণ করে।



২.১১.২ পরীক্ষাগারে হ্যালাইডসমূহের শনাক্তকরণ পরীক্ষার সারসংক্ষেপ (Summary of tests of halides in laboratory)

সারণি ২.৭ : (১) কঠিন ধাতব হ্যালাইডের শনাক্তকরণ পরীক্ষা : (শুষ্ক পরীক্ষা) :

বিকারক	ফ্লোরাইড	ক্লোরাইড	ব্রোমাইড	আয়োডাইড
১। গাঢ় H ₂ SO ₄ + তাপ :	HF(g)	HCl(g)	HBr(g), Br ₂ (g)	I ₂ (g) বেগুনি বর্ণের গ্যাস।
২। গাঢ় H ₂ SO ₄ + MnO ₂ + তাপ :	HF(g)	Cl ₂ (g) সবুজাভ হলুদ গ্যাস।	Br ₂ (g) লালচে বাদামি গ্যাস।	I ₂ (g) বেগুনি বর্ণের গ্যাস।

সারণি ২.৮ : (২) ধাতব হ্যালাইডের দ্রবণসহ শনাক্তকরণ পরীক্ষা : (সিক্ত পরীক্ষা) :

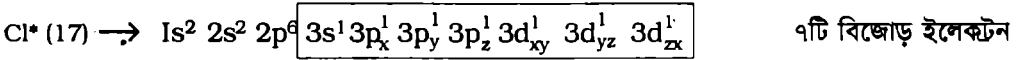
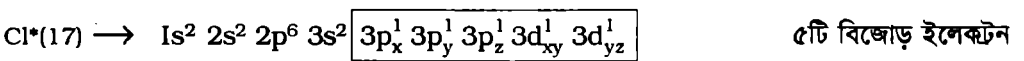
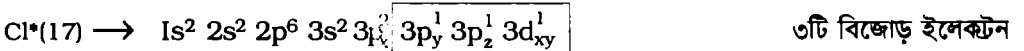
বিকারক	ফ্লোরাইড	ক্লোরাইড	ব্রোমাইড	আয়োডাইড
১। Pb(NO ₃) ₂ দ্রবণসহ পরীক্ষা :	PbF ₂ (s) সাদা	PbCl ₂ (s) সাদা অধঃক্ষেপ।	PbBr ₂ (s) হলুদে অধঃক্ষেপ।	PbI ₂ (s) হলুদ অধঃক্ষেপ।
২। AgNO ₃ দ্রবণ + লঘু HNO ₃ দ্রবণসহ পরীক্ষা : অনুচ্ছেদ ২.১০.১ এর (ক) (খ), (গ), (ঘ) দ্রষ্টব্য।	বিক্রিয়া ঘটে না।	AgCl(s) সাদা অধঃক্ষেপ। লঘু NH ₄ OH এ দ্রবণীয়।	AgBr(s) হালকা হলুদ অধঃক্ষেপ। গাঢ় NH ₄ OH এ দ্রবণীয়।	AgI(s) হলুদ অধঃক্ষেপ। NH ₄ OH-এ অদ্রবণীয়।

২.১২ ক্লোরিনের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও যৌগের ধর্ম (Properties of compounds of chlorine with different oxidation numbers)

সর্বাধিক তড়িৎঋণাত্মক মৌল ফ্লোরিন কখনও ধনাত্মক জারণ অবস্থা দেখায় না। তাই ফ্লোরিনের কোন অক্সো-এসিড বা অক্সোনিয়াম লবণ নেই। ফ্লোরিন বাদে অন্যান্য হ্যালোজেন সদস্য যেমন, Cl, Br, I প্রত্যেকে চারটি করে অক্সো-এসিড উৎপন্ন করে। এ সব অক্সো-এসিডের মধ্যে হ্যালোজেন পরমাণুর জারণ সংখ্যা + 1, + 3, + 5, + 7 পর্যন্ত উন্নত হয়।

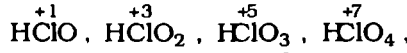
অর্থাৎ ফ্লোরিনের জারণ অবস্থা স্থির, কিন্তু ক্লোরিনের জারণ অবস্থা পরিবর্তনশীল। এর কারণ, ফ্লোরিনের প্রোটন সংখ্যা হল 9। তাই দ্বিতীয় শক্তিস্তরে এর যোজ্যতা স্তর রয়েছে এবং ২য় শক্তিস্তরে d-অরবিটাল থাকে না; F(9) এর ইলেকট্রন বিন্যাস হল, F(9) $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$ । এর ২য় শক্তিস্তরে একটি মাত্র বিজোড় ইলেকট্রন ($2p_z^1$) আছে। তাই বিক্রিয়াকালে অন্য পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রন গ্রহণ (আয়নিক বন্ধন) বা শেয়ার (সমযোজী বন্ধন) করে অষ্টক পূর্ণ করে। তখন F পরমাণুর জারণ সংখ্যা -1 হয়, যেমন, HF। F পরমাণুর ২য় শক্তিস্তরে খালি d অরবিটাল থাকে না। তাই F পরমাণু জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করতে পারে না।

অনুরূপভাবে HCl যৌগে Cl এর জারণ অবস্থা -1 হয়। কিন্তু Cl (17) পরমাণুর যোজ্যতা স্তর হল তৃতীয় শক্তিস্তর এবং তৃতীয় বহিঃস্তরে 3d অরবিটাল ফাঁকা থাকে। তাই বিক্রিয়াকালে উদ্দীপিত Cl পরমাণুর 3p অরবিটাল ও 3s অরবিটালের ইলেকট্রন জোড় আলাদা হয়ে এর ফাঁকা 3d অরবিটালে উন্নীত হয়। তাই Cl পরমাণুর বহিঃস্তরে বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা দুই একক হারে বেড়ে যায়। ফলে বিক্রিয়া শেষে এর জারণ সংখ্যাও দুই একক হারে বেড়ে যায়। ক্লোরিন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস দ্বারা তা ব্যাখ্যা করা হল, যেমন,



প্রতি ক্ষেত্রে বিজোড় ইলেকট্রন সহযোগে Cl পরমাণু H পরমাণু ও অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুর সাথে বিক্রিয়ায় অক্সো-এসিড গঠন করে। তখন Cl পরমাণুর জারণ অবস্থা +1, + 3, + 5 এবং + 7 হয়।

নিম্নোক্ত অক্সো-এসিডে Cl পরমাণুর জারণ অবস্থা +1, + 3, + 5 ও + 7 হয়েছে। যেমন,



উল্লেখ্য, হ্যালোজেনের জারণ সংখ্যা +1, + 3 হলে সে সব এসিডকে আস্ এসিড এবং + 5, + 7 হলে ঐ সব এসিডকে ইক্ এসিড বলা হয়। এটি পুরাতন পদ্ধতির নামকরণ; যেমন,

সারণি ২.৯ : হ্যালোজেনের অক্সো-এসিডসমূহের নামকরণ

হ্যালোজেনের জারণ অবস্থা	ক্লোরিন, Cl	ব্রোমিন, Br	আয়োডিন, I
+ 1	* HClO হাইপোক্লোরাস এসিড	* HBrO হাইপো ব্রোমাস এসিড	* HIO হাইপো আয়োডাস এসিড
+ 3	* HClO ₂ ক্লোরাস এসিড	* HBrO ₂ ব্রোমাস এসিড	HIO ₂ আয়োডাস এসিড
+ 5	* HClO ₃ ক্লোরিক এসিড	* HBrO ₃ ব্রোমিক এসিড	HIO ₃ আয়োডিক এসিড
+ 7	HClO ₄ পারক্লোরিক এসিড	HBrO ₄ পারব্রোমিক এসিড	HIO ₄ পারআয়োডিক এসিড

* (তারকা) চিহ্নিত এসিডগুলো বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় না, কেবল তাদের লবণ তৈরি করা সম্ভব।

ক্লোরিনের অক্সো-এসিডের আধুনিক নামকরণ ক্লোরিনের জারণ অবস্থাসহ নিচে দেয়া হল :

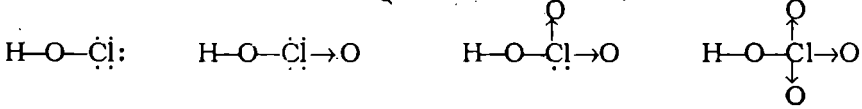
HClO	ক্লোরিক (I) এসিড
HClO ₂	ক্লোরিক (III) এসিড
HClO ₃	ক্লোরিক (V) এসিড
HClO ₄	ক্লোরিক (VII) এসিড

অক্সো-এসিডে Cl এর জারণ সংখ্যার বৃদ্ধি ক্রমে অণুর-
১। তাপীয় স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায় ও
২। অম্লধর্ম বৃদ্ধি পায়। HClO ₄ সর্বাধিক অম্লধর্মী।

২.১২.১ ক্লোরিনের অক্সো-এসিডসমূহে ক্লোরিনের জারণ অবস্থা ও অম্ল ধর্মের সম্পর্ক (Relation between oxidation number and acidic properties of oxoacids of chlorine)

(১) প্রত্যেক অক্সো-এসিডে H পরমাণু হ্যালোজেন পরমাণুর সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে না, বরঞ্চ -OH মূলকরূপে হ্যালোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।

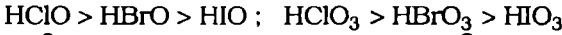
(২) অক্সো-এসিডের গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ। [তীর চিহ্ন দ্বারা সন্নিবেশ বন্ধন বোঝানো হয়েছে।] :



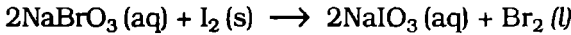
(৩) একই হ্যালোজেন পরমাণুর অক্সো-এসিডসমূহের মধ্যে কেন্দ্রীয় হ্যালোজেন পরমাণুর জারণ সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে অক্সো-এসিডসমূহের স্থায়িত্ব ও অম্লধর্ম বৃদ্ধি পেয়ে থাকে। অর্থাৎ পার এসিডসমূহ অধিক শক্তিশালী। আবার হ্যালোজেন পরমাণুর জারণ সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে তাদের জারণধর্ম হ্রাস পেতে থাকে। অর্থাৎ

⁺¹HClO এর জারণ ধর্ম ⁺⁵HClO₄ থেকে বেশি।

(৪) হ্যালোজেন পরমাণুর অক্সো-এসিডসমূহের স্থায়িত্ব ও অম্লধর্ম সাধারণত হ্যালোজেন পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির (অর্থাৎ তড়িৎঋণাত্মকতা হ্রাসের) সাথে হ্রাস পায়। স্থায়িত্ব ও অম্লধর্মের ক্রম নিম্নরূপ :



(৫) আবার কম তড়িৎঋণাত্মক হ্যালোজেন এ সব অক্সো-এসিড থেকে অধিক তড়িৎঋণাত্মক হ্যালোজেন পরমাণুকে প্রতিস্থাপন করে থাকে। তাই আয়োডিন পরমাণু ব্রোমেট লবণ যেমন, NaBrO₃ থেকে ব্রোমিন পরমাণুকে প্রতিস্থাপিত করে থাকে। উৎপন্ন ব্রোমিন দ্বারা দ্রবণটি লাল বর্ণ ধারণ করে।



আবার আয়োডিন ও ব্রোমিন উভয়ই ক্লোরিক এসিড HClO₃ এবং ক্লোরেট লবণ যেমন, NaClO₃ থেকে ক্লোরিন পরমাণুকে প্রতিস্থাপিত করে থাকে।

তাই ক্লোরিনের জারণ অবস্থার ওপর এর বিভিন্ন যৌগের ধর্মের সম্পর্ক আছে। [যদিও হ্যালোজেনসমূহের সক্রিয়তার ক্রম হল F > Cl > Br > I কিন্তু উপরিউক্ত বিক্রিয়ায় তার বিপরীত ক্রিয়া ঘটেছে জারণ অবস্থার কারণে।]

অন্যভাবে বলা যায়, অক্সো-এসিডসমূহে ক্লোরিনের জারণ সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে এর ঋণাত্মক ধর্ম হ্রাস পেতে থাকে। অনুরূপভাবে সক্রিয়তা ও জারণ ধর্ম হ্রাস পায়।

২.১৩ অন্যান্য হ্যালোজেনের সাথে ফ্লোরিনের পার্থক্য বা অসামঞ্জস্যতা (Differences between fluorine and other halogens)

হ্যালোজেন গ্রুপের প্রথম মৌল হল ফ্লোরিন। এ গ্রুপের অন্য সব মৌল যেমন, ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের সাথে ফ্লোরিনের গ্রুপভিত্তিক ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে স্বাভাবিক মিলের পরিবর্তে গরমিল অধিক পরিলক্ষিত হয়। উল্লেখযোগ্য পার্থক্য বা অসামঞ্জস্যতার কারণ হল-

(১) ফ্লোরিন পরমাণুর ক্ষুদ্র আকার, (২) দ্বিতীয় শক্তিস্তরে ফ্লোরিনের যোজ্যতা স্তর হওয়া এবং ২য় শক্তিস্তরে d-অরবিটালের অনুপস্থিতি, F(9) = 1s² 2s² 2p⁵। এর ফলে ফ্লোরিন নিম্নোক্ত ধর্মে অন্যান্য হ্যালোজেন সদস্য থেকে অস্বাভাবিক পার্থক্য দেখায় :

Note : The poem by Vernon Newton, 'Mistress Fluorine' : Fervid Fluorine. though just nine; knows her aim in life; combine! Infact, of things that like to mingle. None's less likely to stay single.

(১) তড়িৎ ঋণাত্মকতায় অধিক পার্থক্য : সমযোজী যৌগ অণুতে দুটি ভিন্ন পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রনকে একটি পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে সে মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে। তড়িৎ ঋণাত্মকতা হল মৌলসমূহের একটি গ্রুপভিত্তিক ধর্ম। একই গ্রুপের মৌলসমূহের মধ্যে এর ক্রম পরিবর্তন থাকে স্বাভাবিক। কিন্তু যে কোন পাশাপাশি দুটো হ্যালোজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের চেয়ে F ও Cl এর মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য অনেক বেশি। যেমন,

$$\begin{aligned} F \text{ ও } Cl \text{ এর মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হল } & (4 - 3) = 1.0 \\ Cl \text{ ও } Br \text{ এর মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হল } & (3 - 2.8) = 0.2 \\ Br \text{ ও } I \text{ এর মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হল } & (2.8 - 2.5) = 0.3 \end{aligned}$$

এর কারণ হল F পরমাণুর আকার খুব ছোট হওয়ায় এর নিউক্লিয়াস সংশ্লিষ্ট যৌগ অণুর সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রন যুগলকে অধিক আকর্ষণ করতে পারে।

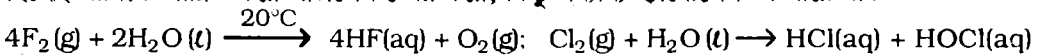
(২) ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিনের চেয়ে কম : গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের এক মোল পরমাণুর বহিঃস্তরে এক মোল ইলেকট্রন যুক্ত হয়ে এক মোল ঋণাত্মক আয়ন তৈরিতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সে মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে। ইলেকট্রন আসক্তি হল একটি গ্রুপভিত্তিক ধর্ম। তাই একই গ্রুপে মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে পরমাণুর আকারও ওপর থেকে নিচের দিকে বৃদ্ধি পায়। ফলে মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি ক্রমে হ্রাস পায়। কিন্তু ফ্লোরিনের ক্ষেত্রে এর ব্যতিক্রম দেখা যায়। যেমন, ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি (-333 kJmol^{-1}) ফ্লোরিনের (-348 kJmol^{-1}) চেয়ে কম। এর কারণ হল, ছোট আকারের F পরমাণুর বহিঃস্থ ২য় শক্তিস্তরের 2p অরবিটালে ইলেকট্রন ঘনত্ব Cl পরমাণুর বহিঃস্থ ৩য় শক্তিস্তরের 3p অরবিটালের ইলেকট্রন ঘনত্বের চেয়ে বেশি থাকে। এ অবস্থায় অতিরিক্ত একটি ইলেকট্রন F এর 2p অরবিটালে যোগ করলে 2p অরবিটালে ছয়টি ইলেকট্রনের মধ্যে বিকর্ষণ বেড়ে যায়। তাই ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিনের চেয়ে কম।

(৩) ন্যূনতম বন্ধন বিয়োজন শক্তি বা সর্বাধিক সক্রিয়তা : গ্যাসীয় অবস্থায় কোন পদার্থের এক মোল অণুর নির্দিষ্ট দুটো পরমাণুর মধ্যস্থ এক মোল বন্ধনকে ভেঙে মুক্ত পরমাণু বা মূলকে পরিণত করতে যে পরিমাণ গড় শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে বন্ধন বিয়োজন শক্তি বলে। পরমাণুর আকার ও ইলেকট্রন বিন্যাসের ওপর এ ধর্মটি নির্ভর করে। গ্রুপভিত্তিক দেখা যায়, গ্রুপের নিচের দিক থেকে ওপর দিকে মৌলের প্রোটন সংখ্যা হ্রাসের সঙ্গে যেমন, আয়োডিন থেকে ব্রোমিন ও ফ্লোরিনে দ্বিপরমাণুক বন্ধন বিয়োজন শক্তির মান ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পেতে থাকে; সেক্ষেত্রে ফ্লোরিন অণুর বেলায় বন্ধন বিয়োজন শক্তির মান হঠাৎ হ্রাস পায়। যেমন,

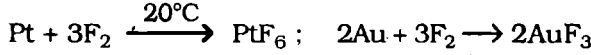
F-F	Cl-Cl	Br-Br	I-I
(158)	242	224	213 kJmol ⁻¹

এর কারণ হল, ফ্লোরিন পরমাণুর আকার সবচেয়ে ছোট হওয়ায় F₂ এর উভয় পরমাণুর 2p অরবিটালের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের পারস্পরিক বিকর্ষণের পরিমাণ Cl₂ এর উভয় পরমাণুর 3p অরবিটালের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের বিকর্ষণের পরিমাণ থেকে বেশি হয়। ফলে F-F সমযোজী বন্ধনটি তুলনামূলকভাবে দুর্বল হয় এবং ফ্লোরিন অণুর (F₂) মধ্যকার বন্ধন সহজে ভেঙে ফ্লোরিন পরমাণুতে পরিণত হয়। এ ন্যূনতম বন্ধন বিয়োজন শক্তি এবং এর সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার ফলে ফ্লোরিন সর্বাধিক সক্রিয় মৌল হয়েছে।

(৪) ফ্লোরিনের জারণ ক্ষমতা : মৌলের জারণ ক্ষমতা সে মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি, বিজারণ বিভব ও বন্ধন বিয়োজন শক্তি — এ তিন বৈশিষ্ট্যের ওপর নির্ভর করে। ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি (-348 kJmol^{-1}) ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি (-333 kJmol^{-1}) অপেক্ষা বেশি। তাই ফ্লোরিন সর্বাধিক শক্তিশালী জারক হওয়া স্বাভাবিক। কিন্তু ফ্লোরিনের বিয়োজন শক্তি ন্যূনতম ও বিজারণ বিভব অধিক ধনাত্মক হওয়ায় ফ্লোরিন পরমাণুর ইলেকট্রন গ্রহণ ক্ষমতাও অধিক হয়। ফলে ফ্লোরিনের জারণ ক্ষমতা সর্বাধিক হয়েছে। যেমন, ফ্লোরিন কক্ষতাপমাত্রায় খুব সহজেই পানিকে জারিত করে অক্সিজেন তৈরি করে; কিন্তু অন্যান্য হ্যালোজেন তা পারে না।



এ ছাড়া পরিবর্তনশীল যোজ্যতার ধাতু কক্ষতাপমাত্রায় F_2 দ্বারা জারিত হয়ে ধাতুর সর্বাধিক জারণ অবস্থা সহকারে ফ্লোরাইড গঠন করে। অন্যান্য হ্যালোজেন তা পারে না। যেমন,



(৫) ফ্লোরিনের জারণ সংখ্যা স্থির : Cl, Br, I মৌলের জারণ সংখ্যা পরিবর্তনশীল হলেও F এর জারণ সংখ্যা স্থির। F এর জারণ অবস্থা সর্বত্র -1 এবং ২য় শক্তিস্তরে আটটি ইলেকট্রন দ্বারা সীমাবদ্ধ থাকে।

তাই ফ্লোরো কার্বন যৌগসমূহ যেমন, টেফলন $(C_2F_4)_n$ নিষ্ক্রিয় হয়। এছাড়া F এর ২য় শক্তিস্তরে খালি d অরবিটাল না থাকায় এর জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করতে পারে না বলে F এর কোন অক্সো অ্যানায়ন নেই। অপরদিকে Cl, Br, I উদ্দীপিত অবস্থায় তাদের p অরবিটালের ইলেকট্রনের যুগল ভেঙে খালি d-অরবিটালে উত্তোলিত করে যোজ্যতাস্তরে বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা বাড়াতে পারে। তখন অন্য মৌলের সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে তাদের জারণ সংখ্যা -1 সহ +1, +3, +5, +7 পর্যন্ত বৃদ্ধি করতে পারে।

(৬) HF অণুর হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন : ফ্লোরিন সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল। তাই H-F অণুতে পোলারিটি সৃষ্টি হয়। ফলে পোলার $\delta^+_{H-F} \delta^-$ অণুগুলো নিজেদের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে আণবিক গুচ্ছ গঠন করে। এ কারণে কক্ষতাপমাত্রায় HF তরল; কিন্তু অন্যান্য HX গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে HF পানিতে কম আয়নিত হয়। তাই HF একটি দুর্বল এসিড। কিন্তু HCl, HBr, HI সবল এসিড।

(৭) ফ্লোরাইড লবণের দ্রাব্যতায় ভিন্নতা : অধিক মাত্রায় আয়নিক যৌগসমূহ পোলার দ্রাবক পানিতে দ্রবণীয়। ফ্লোরাইড আয়ন (F^-) আকারে ছোট হওয়ায় ধাতব ফ্লোরাইডের কেলাসে ধাতব আয়ন ও ফ্লোরাইড আয়নের মধ্যে স্থির বিদ্যুৎ আকর্ষণ বল অনেক বেশি অর্থাৎ ধাতব ফ্লোরাইডের ল্যাটিস শক্তির মান অনেক বেশি। লবণের দ্রাব্যতার বেলায়, কেলাসে উভয় আয়নের ল্যাটিস শক্তি ও পানিতে উভয় আয়নের হাইড্রেশন শক্তির পরিমাণের ওপর লবণটির দ্রাব্যতা নির্ভর করে। যেমন,

$$\Delta H_{\text{দ্রবণ}} = \left[\Delta H_{\text{ল্যাটিস শক্তি}} \quad + \quad \Delta H_{\text{হাইড্রেশন শক্তি}} \right] = \text{ঋণাত্মক মান হবে।}$$

(ধনাত্মক মান) (ঋণাত্মক মান)

অর্থাৎ আয়নের ঋণাত্মক হাইড্রেশন শক্তির পরিমাণ ধনাত্মক ল্যাটিস শক্তির চেয়ে বেশি হলে তখন লবণটি সহজেই পানিতে দ্রবীভূত হয়। যেমন,

(১) যে সব ফ্লোরাইড লবণে ফ্লোরাইড আয়নের হাইড্রেশন শক্তি এর ল্যাটিস শক্তিকে অতিক্রম করে না, সেক্ষেত্রে ধাতব ফ্লোরাইড অদ্রবণীয় হয়। যেমন, অধিক ল্যাটিস শক্তির CaF_2 পানিতে অদ্রবণীয়। কিন্তু কম ল্যাটিস শক্তির $CaCl_2$, $CaBr_2$, CaI_2 পানিতে দ্রবণীয়।

(২) আবার AgF পানিতে দ্রবণীয়। কিন্তু $AgCl$, $AgBr$, AgI পানিতে অদ্রবণীয়। কারণ ফ্লোরাইড আয়নের হাইড্রেশন শক্তি অন্যান্য হ্যালোজেন আয়নের তুলনায় বেশি।

২.১.৪ হ্যালোজেনসমূহের ব্যবহার (Uses of halogens)

কীটনাশক, বিশোধক, পলিমার ও হিমায়ক প্রস্তুতিতে হ্যালোজেনসমূহের ব্যবহার বিশেষ উল্লেখযোগ্য। প্রত্যেক হ্যালোজেন সদস্যের ব্যবহার নিচে দেয়া হল :

(ক) ফ্লোরিনের ব্যবহার :

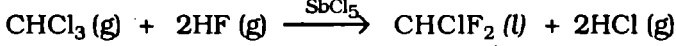
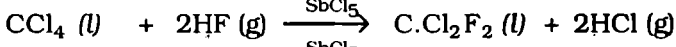
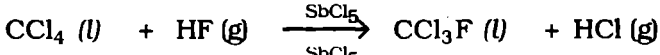
(i) নিউক্লিয়ার শক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত ইউরেনিয়াম হেক্সা-ফ্লোরাইড (UF_6) এর শিল্পোৎপাদনে ফ্লোরিন প্রধানত ব্যবহৃত হয়। এছাড়া কীটনাশক পলিমার ও হিমায়ক প্রস্তুতিতে প্রাথমিক পদার্থরূপে ফ্লোরিন ব্যবহৃত হয়।

(ii) ফ্লোরিন দ্বারা তৈরি কতগুলো বিশেষ প্রয়োজনীয় যৌগের নাম ও তাদের ব্যবহার উল্লেখ করা হল:

(১) ফ্লোরো কার্বন : ফ্লোরো কার্বনের মধ্যে টেফলন (Teflon), $(C_2F_4)_n$ বিশেষ উল্লেখযোগ্য। এটা অদাহ্য ও শক্ত হওয়ায় অন্তরক পদার্থরূপে টেফলন ব্যবহৃত হয়। এটা একটি ফ্লোরো ইথিলিন পলিমার। এটার ওপর জারক, এসিড ও ক্ষারের কোন ক্রিয়া নেই। তাই এটা খুব মূল্যবান প্রাস্টিক।

(২) **C.F.C. বা ফ্রিয়নস (Freons)** : মিথেন ও ইথেন (CH_4 , C_2H_6) এর ক্লোরো ক্লোরো উদ্ভূতক যৌগসমূহকে একত্রে ফ্রিয়নস বা ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন বা C.F.C. বলে। যেমন, ট্রাইক্লোরো মনোক্লোরো মিথেন (CCl_3F) বা ফ্রিয়ন -11 এবং ডাইক্লোরো ডাইফ্লোরো মিথেন (CCl_2F_2) বা ফ্রিয়ন- 12 সমূহ নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট অদাহ্য, অবিষাক্ত ও প্রায় বর্ণহীন তরল।

ব্যবহার : দ্রাবক ও শীতলীকরণ কাজে ফ্রিয়নস বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত হয়। পোকামাকড় মারার ওষুধ যেমন, D.D.T কে অধিক চাপে ফ্রিয়ন তরলে মিশিয়ে ছিটানো সুবিধাজনক। প্রত্যেক ফ্রিয়ন সদস্যকে নির্দিষ্ট সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়; যেমন, ডাইক্লোরো-ডাইফ্লোরো মিথেন (CCl_2F_2) কে Freon-12; ডাইক্লোরো মনোক্লোরো মিথেন (CHCl_2F) কে Freon- 21 বলে। এসব এরোসল (aerosol) তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।



পরিবেশের ওপর C.F.C. এর প্রভাব : এ সব ক্লোরো ফ্লোরো যৌগের মধ্যে C—Cl বন্ধনের স্থায়িত্ব খুবই বেশি। এরা সহজে অন্য পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে না। কিন্তু অপরিবর্তিতভাবে বায়ুতে মিশে বায়ুকে দূষিত করে, অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে C—Cl বন্ধন বিয়োজিত হয়ে সূঁচ ক্লোরিন পরমাণু ওজোন (O_3) এর সাথে বিক্রিয়ায় ওজোনস্তর নষ্ট করে। তাই C.F.C. পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ।

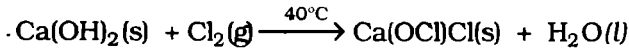
(৩) **ক্রায়োলাইট (Na_3AlF_6)** উৎপাদনে HF ব্যবহৃত হয়। অ্যালুমিনার তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশনে ক্রায়োলাইট ব্যবহৃত হয়। (৪) কাচ শিল্পে কাচের ওপর নকশা করার কাজে HF স্বল্প পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া NaF উৎপাদনে HF ব্যবহৃত হয়; পানীয় জলে দশ লক্ষ ভাগের একভাগ NaF দ্রবীভূত থাকলে তা দস্তক্কয় রোধকরূপে কাজ করে।

(খ) **ক্লোরিনের ব্যবহার :**

১। **কীটনাশক ও পোকামাকড় ধ্বংস করার কাজে** ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ প্রস্তুতিতে ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়। এ সব যৌগের মধ্যে ব্লিচিং পাউডার বা ক্যালসিয়াম ক্লোরো হাইপোক্লোরাইট [$\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$], গ্যামাজিন ($\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$), ডি. ডি. টি (প্যারা প্যারা ডাইক্লোরো ডাই ফিনাইল ট্রাইক্লোরো ইথেন) ইত্যাদি বিশেষ উল্লেখযোগ্য। D.D.T. বিশেষভাবে মশা মারার জন্য বেশি ব্যবহৃত হয়। মিথোক্লোর (p, p-ডাইমিথোক্সি ডাইফিনাইল ট্রাইক্লোরো ইথেন) একটি D.D.T অপেক্ষা অধিক কার্যকরী কীটনাশক। কিন্তু D.D.T. এর মত পরিবেশ দূষণ করে না।

২। **পানীয় জল জীবাণুমুক্ত করতে** এবং জীবাণুনাশকরূপে ক্লোরিন পানি ও ব্লিচিং পাউডার শহর এলাকার পানীয় জলে মিশানো হয়।

প্রায় 40°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত শুষ্ক কলিচুন $\text{Ca}(\text{OH})_2$ এর মধ্যে Cl_2 গ্যাস চালনা করলে ব্লিচিং পাউডার উৎপন্ন হয়।



মাছ, মাংস প্রভৃতি সংরক্ষণে ব্যবহৃত বরফ তৈরির পানিকে ক্লোরিন পানি দ্বারা জীবাণুমুক্ত করা হয়। পচন নিবারক ও দুর্গন্ধ নিবারকরূপে ব্লিচিং পাউডার ও সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট (NaOCl) ব্যবহৃত হয়।

৩। **বিরঞ্জক পদার্থরূপে** ক্লোরিনের বিভিন্ন যৌগ যেমন, ব্লিচিং পাউডার, ক্যালসিয়াম হাইপোক্লোরাইট, সোডিয়াম ক্লোরাইট (NaClO_2), ক্লোরিন ডাইঅক্সাইড কাগজের মণ্ড তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

৪। **পলিমার যেমন, নিউপ্রিন-এর মনোমার ক্লোরোপ্রিন ($\text{CH}_2 = \text{C}(\text{Cl}) - \text{CH} = \text{CH}_2$)** একটি ক্লোরো যৌগ, যা অ্যাসিটিলিন ও HCl থেকে প্রস্তুত করা হয়। ক্লোরিনযুক্ত অন্যান্য রাবার পলিমার হল থিকোল (Thikol), সিলিকোম (Silicome) ইত্যাদি।

৫। হিমায়করূপে মিথাইল ক্লোরাইড, ইথাইল ক্লোরাইড, ফ্রিয়ন-12 বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

৬। অ্যান্টি নক তরল যেমন, টাইইথাইল লেড (TEL), টাইমিথাইল লেড (TML) প্রভৃতি তৈরিতে ক্লোরিনের যৌগ C_2H_5Cl , CH_3Cl ব্যবহৃত হয়। জ্বালানি পেট্রোলের সাথে TEL, TML প্রভৃতি মিশালে ইঞ্জিনের ওপর জ্বালানির ব্যবহার সূচু হয়।

৭। কাঁদানে গ্যাস যেমন, ক্লোরো অ্যাসিটোফেনোন, অর্ধো ক্লোরো বেনজাইল ম্যালোনাইটাইল তৈরিতে ক্লোরিনের ব্যবহার আছে।

(গ) ব্রোমিনের ব্যবহার :

(১) অধিকাংশ ব্রোমিন ইথিলিন ডাইব্রোমাইড তরল প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। এ তরল উদ্ভিদের বীজ শোধন করার জন্যও অ্যান্টি নক তরলরূপে ব্যবহৃত হয়।

(২) মিথাইল ব্রোমাইড তৈরিতে ব্রোমিন দরকার; এ মিথাইল ব্রোমাইড কীটনাশক ও ইঁদুর মারার বিষ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(৩) এ ছাড়া বিভিন্ন প্রকার রং, বিভিন্ন ব্রোমাইড লবণ তৈরিতে ব্রোমিন প্রয়োজন হয়। ব্রোমাইড লবণ ওষুধ ও ফটোখাফিতে ব্যবহৃত হয়। যেমন, KBr সূমের ওষুধ, $AgBr$ ফটোখাফিতে ব্যবহৃত হয়।

(৪) কাঁদানে গ্যাস যেমন, ব্রোমোবেনজাইল সায়ানাইড প্রস্তুতিতে ব্রোমিন ব্যবহৃত হয়।

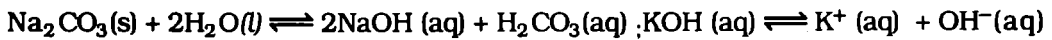
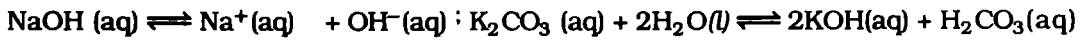
(ঘ) আয়োডিনের ব্যবহার :

(১) উৎপাদিত আয়োডিনের প্রায় বেশির ভাগ পরিমাণ ব্যবহৃত হয় টিঞ্চার আয়োডিনরূপে। টিঞ্চার আয়োডিন হল 100 mL রেকটিফাইড স্পিরিটে দ্রবীভূত প্রায় 5g আয়োডিন কেশাস ও 5g KI এর একটি মিশ্র দ্রবণ। টিঞ্চার আয়োডিন কাটা-হেঁড়ায় জীবাণুনাশক ও পচনরোধকরূপে ব্যবহৃত হয়। (২) বিভিন্ন আয়োডাইড লবণ, কতিপয় রঞ্জক পদার্থ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। (৩) এছাড়া ওষুধ ও আয়োডোফরম তৈরিতে আয়োডিন ব্যবহৃত হয়। (৪) আয়োডিনের অভাবে গলগন্ড রোগ হয়। তাই খাদ্য লবণের সাথে আয়োডিনের উৎসরূপে NaI অথবা KI মিশ্রিত করা হয়; একে আয়োডিন লবণ বলে।

২.১৫ ক্ষার শিল্পে ক্লোরিনের যৌগসমূহের গুরুত্ব

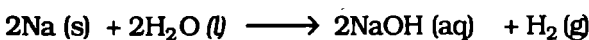
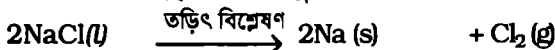
(Importance of chlorine compounds in caustic industry)

ক্ষার ধাতু যেমন, Li, Na, K, Rb, Cs ইত্যাদির হাইড্রক্সাইড ও কার্বনেট যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে অধিক হাইড্রক্সিল অয়ন (OH^-) উৎপন্ন করে। তাই এ সব ধাতুর হাইড্রক্সাইড ও কার্বনেট লবণ ক্ষার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তবে Na ও K এর হাইড্রক্সাইড ও কার্বনেট ক্ষাররূপে বেশি ব্যবহৃত হয়।



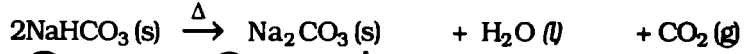
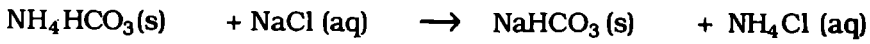
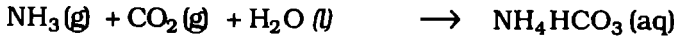
শিল্পক্ষেত্রে KOH ও K_2CO_3 উৎপাদনে KCl এবং NaOH ও Na_2CO_3 উৎপাদনে NaCl ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এদের উৎপাদন নিম্নরূপে করা হয় :

১। NaCl কে তড়িৎ বিশ্লেষণে NaOH এবং KCl এর তড়িৎ বিশ্লেষণ KOH উৎপন্ন করা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের ফলে ক্যাথোডে সোডিয়াম বা পটাসিয়াম যুক্ত হওয়ার সাথে সাথে এরা পানির সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড বা পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়।



অনুরূপভাবে KOH উৎপাদন করা হয় এবং KOH হতে K_2CO_3 উৎপন্ন করা হয়।

২। NaCl হতে অ্যামোনিয়া সোডা পদ্ধতিতে Na_2CO_3 উৎপাদন করা হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণকে অ্যামোনিয়া দ্বারা সম্পৃক্ত করে CO_2 চালনা করে প্রথমে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট উৎপন্ন হয়; যা পরে NaCl এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট (NaHCO_3) উৎপন্ন করে। NaHCO_3 কে পৃথক করে ও উত্তপ্ত করে সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করা হয়।



২.১৬ কৃষিবিজ্ঞানে ক্লোরিন ও ক্লোরিনের যৌগসমূহের প্রভাব Effect of chlorine and its compounds on Agriculture

সাররূপে, কীট, পোকামাকড় নাশকরূপে, বীজ শোধকরূপে ক্লোরিনের বিভিন্ন যৌগ ব্যবহৃত হয়। বিজ্ঞানী Broyer 1954 খ্রিস্টাব্দে প্রমাণ করেন যে, ক্লোরিন উদ্ভিদের জন্য অত্যাবশ্যক। উদ্ভিদের ওপর ক্লোরিন ও ক্লোরিনের যৌগের প্রভাব নিম্নরূপ :

(১) ক্লোরিন উদ্ভিদ দেহের উৎসেচকের কর্মকাণ্ডকে প্রভাবিত করে। (২) ক্লোরিন গাছের জলীয় অংশের-ভারসাম্য রক্ষা করে। (৩) ক্লোরিন উদ্ভিদের দেহাভ্যন্তরে শ্বেতসার দ্রব্য পরিমাণকে সাহায্য করে যা পরোক্ষভাবে সালোক সংশ্লেষণে কাজ করে। মিউরেট অব পটাশ (KCl) সাররূপে উদ্ভিদ পটাসিয়াম ও ক্লোরিন গ্রহণ করে।

ক্লোরিনের অভাবে উদ্ভিদের ওপর নিম্নোক্ত বিমূর্ণ প্রভাব পড়ে :

(১) ক্লোরিনের অভাবে গাছের পাতার ডগা শুকিয়ে যায়। (২) এর অভাবে পাতার রং ফ্যাকাশে বা বিবর্ণ হয় এবং শেষ পর্যন্ত পাতা ঝরে পড়ে এবং ধীরে ধীরে গাছ শুকিয়ে মারা যায়।

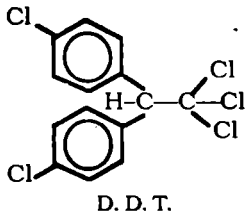
কীট, পোকামাকড় নাশকরূপে ব্যবহৃত বিভিন্ন ওষুধ ও ওষুধের দ্রাবকরূপে ক্লোরিন ও ক্লোরিনের বিভিন্ন যৌগ ব্যবহৃত হয়। পোকামাকড় মারার ওষুধ D.D.T বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড, মিথোক্লোরের ইত্যাদি উদ্ভিদের ক্ষতিকর বিভিন্ন পোকামাকড় নষ্ট করে থাকলেও এদের পরোক্ষ প্রভাব উদ্ভিদ জগতের ওপর পড়ে।

(ক) মাটির লবণাক্ততা : মাটিতে সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও ক্যালসিয়াম-ধাতুর ক্লোরাইড লবণ মিশ্রিত থাকে। সামুদ্রিক জলোচ্ছ্বাস বা জোয়ারের লোনা পানি দ্বারা বার বার জমি প্রাণিত হলে মাটিতে ক্লোরাইড লবণ হিসেবে সোডিয়ামের প্রাচুর্য দেখা দেয়। ফলে মাটি ক্ষারধর্মী হতে পারে। এ ধরনের মাটিকে সোডিক মাটি বা ক্ষার মাটি বলে। এতে সোডিয়ামের পরিমাণ 15% এর বেশি থাকে। ক্ষার মাটির প্রধান সমস্যা হল অতিরিক্ত সোডিয়াম আয়ন (Na^+) যা মাটিতে অধিক NaOH সৃষ্টি করে, মাটির জৈব পদার্থের পচন ঘটায় এবং মাটিতে একটি কালো স্তর পড়ে; তখন ঐ মাটিকে কালো ক্ষার মাটি বলা হয়।

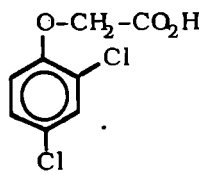
২.১৭ C-Cl বন্ধনযুক্ত যৌগের গুরুত্ব ও পরিবেশের ওপর হুমকি Advantages and disadvantages of C-Cl bond compounds

কার্বন ও ক্লোরিনের মধ্যবর্তী সমযোজী বন্ধন হল আংশিক পোলার। কারণ কার্বন ও ক্লোরিন পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মধ্যে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য আছে; যেমন, C এর তড়িৎঋণাত্মকতা হল 2.5 এবং Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা হল 3। ফলে এদের অণুতে ডাইপোল সৃষ্টির কারণে অণুগুলো পরস্পরকে অধিক আকৃষ্ট করে রাখে। এ সব যৌগে C-Cl এর বন্ধন শক্তি হল 347 kJmol^{-1} এ সব ক্লোরো যৌগ বেশ স্থায়ী হয়। কোন জারক বা বিজারক পদার্থের সাথে এরা বিক্রিয়া করে না। এ সব ক্লোরো কার্বন যৌগের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল D. D. T.

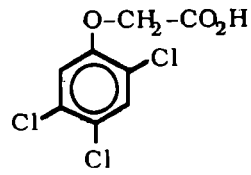
(ডাইক্লোরো ডাইফিনাইল টাইক্লোরো ইথেন), 2,4-D (2,4- ডাইক্লোরো ফেনক্সি ইথানোয়িক এসিড), 2,4,5-T (2,4,5-টাইক্লোরো ফেনক্সি ইথানোয়িক এসিড), এলড্রিন ও ডাইএলড্রিন। এদের গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ :



বা 1, 1, 1-টাইক্লোরো-2, 2-বিস
(4- ক্লোরো ফিনাইল) ইথেন



বা 2, 4-ডাইক্লোরো ফেনক্সি
ইথানোয়িক এসিড



বা 2, 4, 5-টাইক্লোরো ফেনক্সি
ইথানোয়িক এসিড

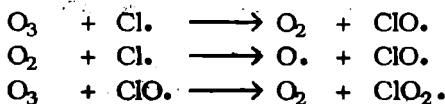
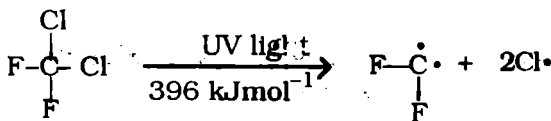
ক্লোরো কার্বন যৌগের ব্যবহার ও পরিবেশের ওপর প্রভাব : এ সব ক্লোরো কার্বন যৌগ পোকামাকড়, মশামাছি, কীটপতঙ্গ, কৃষিজ ফসলের অনিষ্টকারী পতঙ্গ ধ্বংস করার জন্য ব্যবহৃত হয়। ম্যালেরিয়া রোগের জীবাণু বহনকারী মশা ও টাইফাস রোগের জীবাণু বহনকারী লাইসু ধ্বংস করার জন্য D.D.T. 1946 সালে প্রথম ব্যবহৃত হয়। তখন প্রশান্ত মহাসাগরীয় দ্বীপপুঞ্জ ও ইতালিতে মিত্রশক্তির সৈন্যেরা ম্যালেরিয়া ও টাইফাস রোগের আক্রমণ থেকে রক্ষা পায়। এরপর কৃষিকাজে ফসল বিনষ্টকারী পোকা ধ্বংস করার জন্য কৃষকেরা D. D. T. ব্যবহার করতে থাকে। পরবর্তীতে পোকা-মাকড়গুলো D. D.T প্রতিরোধী শক্তি অর্জন করে। D. D. T পানিতে অদ্রবণীয়; কিন্তু চর্বিতে দ্রবীভূত থাকে। মাছ ও পাখি D. D. T আক্রান্ত পোকামাকড় গ্রহণ করলে এদের শরীরে D. D. T প্রবেশ করে। পরবর্তীতে ঐ সব মাছ ও পাখির মাংস খেলে মানুষের শরীরে উক্ত D. D. T এসে চর্বিতে দ্রবীভূত থাকে। এটা প্রমাণিত হওয়ার পর 1962 সাল থেকে D. D. T ব্যবহার সীমিত হয়ে পড়ে।

2, 4-D এবং 2,4,5-T ফসলের আগাছা বিনষ্টকারী রূপে ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে D. D. T এর পরিবর্তে D. D. T অপেক্ষা অধিক কার্যকরী এলড্রিন ও ডাইএলড্রিন কীটপতঙ্গ, পোকামাকড় ধ্বংসকারীরূপে ব্যবহৃত হচ্ছে।

২.১৭ (ক) CFC বা ফ্রিয়নস ও ওজোন স্তর : মিথেন ও ইথেন (CH₄ ও C₂H₆) এর ক্লোরো-ফ্লোরো উদ্ভূতক যৌগসমূহকে ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন বা সংক্ষেপে CFC বলা হয়। তাদের অপর নাম ফ্রিয়নস। ফ্রিয়নস নামক ক্লোরো ফ্লোরো মিথেন বা CFC যৌগগুলো অপরিবর্তিতভাবে বায়ুতে মিশে বায়ুকে দূষিত করে এবং ওজোন স্তর নষ্ট করে।

গ্রিন হাউস গ্যাসের প্রধান উপাদান CO₂(49%) এছাড়া CFC (14%), মিথেন (18%), নাইট্রাস অক্সাইড (6%), অন্যান্য গ্যাস (13%)।

ক্লোরো ফ্লোরো মিথেন (CCl₂F₂) ওজোন স্তরে পৌঁছলে অতিবেগুনি (UV) রশ্মির প্রভাবে বিয়োজিত হয়ে ক্লোরিন পরমাণু (Cl·) ও পরে ক্লোরিন অক্সাইড মুক্ত মূলক (ClO·) উৎপন্ন করে। এসব মুক্ত মূলক ওজোনের সাথে শিকল বিক্রিয়া (Chain reactor) দ্বারা ওজোন স্তর নষ্ট করে। বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ :



ডাই ক্লোরো ফ্লোরো কার্বনের যৌগসমূহ পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ।

ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন : অনুচ্ছেদ ৬.১৪ দ্রষ্টব্য।

সারণি ২.১০ : বিভিন্ন C-X
এর কখন শক্তির তুলনা

Bond	BE/kJmol ⁻¹
C-F	467
C-H	413
C-Cl	347 *
C-Br	290
C-I	228

২য় অধ্যায়ে যা শিখলাম

হ্যালোজেনসমূহ

১। পর্যায় সারণির গ্রুপ-VIIA এর মোট পাঁচটি মৌল F, Cl, Br, I, At এর মধ্যে অ্যাস্টাটিন (At) ছাড়া অন্য ৪টি মৌলকে হ্যালোজেন বলা হয়। হ্যালোজেনসমূহের যোজ্যতা ইলেকটন হল ns^2np^5 ।

২। গ্রুপ-VIIA এর মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে তাদের ভৌত ধর্মের পর্যায়ক্রমে পরিবর্তন ঘটে। যেমন, ফ্লোরিন হালকা হলুদ গ্যাস, ক্লোরিন সবুজাভ হলুদ গ্যাস, ব্রোমিন লাল বর্ণের তরল এবং আয়োডিন গাঢ় বেগুনি কঠিন বস্তু। কারণ X_2 অণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে ভ্যান্ডার ওয়ালস আকর্ষণ বল ক্রমবৃদ্ধি পায়। ফ্লোরিন অণুর নিম্ন বন্ধন বিয়োজন শক্তি এবং এর সর্বাধিক তড়িৎঋণাত্মকতা মিলে ফ্লোরিনকে সবচেয়ে অধিক সক্রিয় মৌলে পরিণত করেছে।

৩। হ্যালোজেনসমূহের রাসায়নিক বন্ধনের প্রকৃতি, যোজনী ও জারণ অবস্থা আলোচনায় দেখা যায় হ্যালোজেনসমূহ তড়িৎ ধনাত্মক পরমাণুর সাথে আয়নিক বন্ধন এবং অধাতুর পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়। তখন এদের যোজনী প্রতি ক্ষেত্রে 1 হয়। তড়িৎ ধনাত্মক পরমাণুর সাথে সৃষ্ট যৌগে এদের জারণ সংখ্যা -1 হয় এবং অক্সো-এসিড গঠনের বেলায় (ফ্লোরিন বাদে) এদের জারণ সংখ্যা +1, +3, +5, +7 হয়ে থাকে।

৪। কোন মৌলের জারণ ক্ষমতা ইলেকটন আসক্তি ও এর বিজারণ বিভবের ওপর নির্ভর করে। তাই হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে ফ্লোরিনের ইলেকটন আসক্তি ফ্লোরিন অপেক্ষা বেশি হওয়া সত্ত্বেও ফ্লোরিনের স্ট্যান্ডার্ড বিজারণ বিভব সবচেয়ে অধিক ধনাত্মক হওয়ায় ফ্লোরিন সবচেয়ে শক্তিশালী জারক। সুতরাং হ্যালোজেনসমূহের জারণ ক্ষমতার ক্রম হল $F > Cl > Br > I$ ।

৫। হ্যালোজেনসমূহ সক্রিয় মৌল হওয়ায় এরা প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় থাকে না। এদের খনিজ লবণের মধ্যে সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ পরিমাণে বেশি। যেমন, ফ্লোরিনের খনিজ ফ্লোরস্পার (CaF_2) ফ্লোরিনের খনিজ রক সল্ট (NaCl), ব্রোমিনের খনিজ কার্নালাইট ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) উল্লেখযোগ্য।

৬। খাদ্য লবণ অর্থাৎ সোডিয়াম ক্লোরাইড থেকে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ফ্লোরিন ও কস্টিক সোডা উৎপাদন করা হয়। আয়োডিন উৎপাদন করা হয় সামুদ্রিক শৈবাল থেকে। এক্ষেত্রে আয়োডাইড ও ব্রোমাইড আয়ন ফ্লোরিন দ্বারা জারিত হয়ে যথাক্রমে আয়োডিন ও ব্রোমিন উৎপন্ন করে।

৭। ধাতব ক্লোরাইডের সাথে গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় HCl তৈরি করা যায়। কিন্তু HBr, HI তৈরি করা যায় না। কারণ গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা বিজারণশর্মী HBr, HI জারিত হয়ে Br_2 ও I_2 উৎপন্ন করে।

৮। অক্সিজেনের স্ট্যান্ডার্ড ইলেকট্রোড বিভবের তুলনায় ফ্লোরিন ও ফ্লোরিনের স্ট্যান্ডার্ড ইলেকট্রোড বিভব বেশি। তাই ফ্লোরিন ও ফ্লোরিন পানিকে জারিত করে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। কিন্তু ব্রোমিন ও আয়োডিন পানিকে জারিত করতে পারে না।

৯। ক্ষার দ্রবণে ফ্লোরিন অসামঞ্জস্যতা বি. ত্যা দ্বারা ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) ও ক্লোরেট (II) আয়ন (ClO^-) উৎপন্ন করে। প্রায় $70^\circ C$ তাপমাত্রায় ClO^- আয়ন পুনরায় অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া দ্বারা ক্লোরাইড আয়ন ও ক্লোরেট (IV) আয়ন উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে বাণিজ্যিকভাবে পচনরোধক $NaClO$ এবং শক্তিশালী আগাছা বিনাশকারী $NaClO_3$ উৎপাদন করা হয়।

১০। শুষ্ক হ্যালোজেন অথবা শুষ্ক HX গ্যাসের সাথে ধাতুর গুঁড়ার বিক্রিয়ায় অনার্দ্র ধাতব হ্যালাইড এবং হাইড্রোহ্যালিক এসিডের সাথে ধাতুর বিক্রিয়ায় আর্দ্র ধাতব হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। আর্দ্র ধাতব হ্যালাইডে পোলারনের ফলে সমযোজ্যতা প্রকৃতি যত বেশি হয়; সেটা উদ্ভাপে তত বেশি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়।

১১। অধাতব হ্যালাইড সমযোজী। এরা পানিতে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে HX গ্যাস উৎপন্ন করে। CCl_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। কারণ CCl_4 এ অর্পূর্ণ d-অরবিটাল না থাকায় পানি অণুর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন ঘটে না।

১২। হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী আছে। তা হল NaX , গাঢ় H_2SO_4 ও MnO_2 এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে হ্যালোজেন গ্যাস বা বাষ্পরূপে নির্গত হয়। কিন্তু হ্যালোজেন হাইড্রাসিড এর সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী নেই।

১৩। HF পানিতে সর্বাধিক দ্রবণীয় তখন HF পানিতে অন্য সব হাইড্রোজেন হ্যালাইড অপেক্ষা কম আয়নিত হয়। তাই HF দুর্বল এসিড। HCl, HBr, HI পানিতে অধিক হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন করে। তাই এরা শক্তিশালী হাইড্রাসিড। কাচের ওপর নকশা করার কাজে HF ব্যবহৃত হয়।

১৪। হ্যালোজেনের চারটি হাইড্রাসিডের মধ্যে অম্লধর্মের ক্রম হল $HF < HCl < HBr < HI$ এবং এদের মধ্যে HBr ও HI এর বিজারণ ধর্মের ক্রম হল $HI > HBr$ ।

১৫। পানিতে HX এর আয়নীকরণ অম্লীয়, ক্ষারীয় ও নিরপেক্ষ মাধ্যমের ওপর নির্ভর করে। ক্ষারীয় মাধ্যমে অধিক আয়নিত হয় এবং অম্লীয় মাধ্যমে আয়নীকরণ নিরপেক্ষ মাধ্যমের তুলনায় কম হয়। এক্ষেত্রে সাধারণ আয়নের প্রভাব কার্যকরী থাকে।

১৬। ক্লোরিন জলীয় দ্রবণে ও ক্ষারীয় দ্রবণে যে যৌগ গঠন করে, সে সব যৌগের মধ্যে ক্লোরিন পরমাণুর একই সাথে জারণ ও বিজারণ উভয়ই ঘটে। ফলে ক্লোরিনের অণুতে ক্লোরিন পরমাণুর জারণ সংখ্যা যথাক্রমে বৃষ্টি ও হ্রাস পেয়ে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক জারণ সংখ্যা হয়ে থাকে। একে ক্লোরিনের অসামঞ্জস্যতা (Disproportionation) বিক্রিয়া বলা হয়। এ বিক্রিয়ার ওপর তাপমাত্রারও প্রভাব দেখা যায়।

১৭। ফ্লোরাইড লবণ ছাড়া ক্লোরাইড, ব্রোমাইড, আয়োডাইড লবণ সিলভার নাইটেট দ্রবণের সাথে অদ্রবণীয় সিলভার হ্যালাইড গঠন করে। তাই $AgNO_3$ দ্রবণ দ্বারা Cl^- , Br^- ও I^- আয়নের শনাক্ত করা যায়।

১৮। হাইড্রোক্লোরিক এসিড শক্তিশালী জারক MnO_2 , $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ প্রভৃতি দ্বারা সহজে জারিত হয়ে Cl_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।

১৯। ফ্লোরিন বাদে অন্যান্য চারটি হ্যালোজেন সদস্য অক্সো-এসিড গঠন করে। এ সব অক্সো-এসিডে হ্যালোজেনের জারণসংখ্যা + 1, + 3, + 5, + 7 হয়ে থাকে। জারণ সংখ্যা বাড়লে অক্সো-এসিডের স্থায়িত্ব ও এসিড ধর্ম বেড়ে যায়।

২০। হ্যালোজেনসমূহের ব্যবহারের মধ্যে কীটনাশক; বিশোধক, পলিমার রাবার ও হিমায়করূপে বিশেষ উল্লেখযোগ্য। বিভিন্ন ফ্লোরো কার্বন, ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম মনোফ্লোরো অ্যাসিটেট সোডিয়াম সিলিকো ফ্লোরাইড কীটনাশক, ইঁদুর, কাঠবিড়ালী প্রভৃতির বিষ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

২১। ক্লোরিন-কার্বন বন্ধনযুক্ত যৌগসমূহের স্থায়িত্ব বেশি। এরা পরিবেশকে দূষিত করে। CCl_2F_2 ওজোন স্তরে পৌঁছলে অতিবেগুনি (uv) রশ্মির প্রভাবে এরা বিয়োজিত হয়ে ক্লোরিন পরমাণু ও ক্লোরিন অক্সাইড মুক্ত মূলক ($ClO\cdot$) গঠন করে এবং ওজোনের সাথে বিক্রিয়া করে থাকে। ফলে ওজোন স্তর বিনষ্ট হতে থাকে।

অনুশীলনী-২ : প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : সাধারণ রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। (ক) হ্যালোজেন কী? এরূপ নামকরণের কারণ কী? [সি. বো. ২০১১]
- (খ) হ্যালোজেনসমূহের ইলেকটন বিন্যাস লেখ। তাদের ৫টি সাধারণ বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।
- (গ) হ্যালোজেন কী? এদের গ্রুপ VIIA এ স্থান দেয়ার যৌক্তিকতা ব্যাখ্যা কর।

- ২। (ক) তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম অনুসারে হ্যালোজেনসমূহকে সাজিয়ে এর পক্ষে যুক্তি দেখাও।
 (খ) অন্যান্য হ্যালোজেনের সাথে ফ্লোরিনের ৪টি গরমিল বা অসামঞ্জস্যতা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৩। (ক) হ্যালোজেন বলতে কী বুঝ? সমুদ্র শৈবাল বা কেল্প হতে আয়োডিনের শিল্পোৎপাদন বর্ণনা কর।
 [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১১;
 য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১;
 সি. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]
- (খ) কেল্প কী? হ্যালোজেনের সক্রিয়তা প্রয়োগ করে কেল্প থেকে আয়োডিন উৎপাদন চিত্রসহ বর্ণনা কর।
 [চ. বো. ২০০৯]
- (গ) ব্রাইন কী? আধুনিক বৈদ্যুতিক প্রণালীতে ব্রাইন থেকে Cl_2 উৎপাদনের মূলনীতি লেখ।
 [সংকেত : ১ম পত্র, অনুচ্ছেদ ১৬.১৮] [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০;
 সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১০]
- ৪। (ক) অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া কী? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০;
 কু. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১১]
- (খ) NaOH-এর সাথে বিভিন্ন তাপমাত্রায় ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ক্লোরিনের অসামঞ্জস্যতা ব্যাখ্যা কর।
 [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১
 রা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮]
- ৫। ক্লোরিনের অক্সো-এসিডসমূহে ক্লোরিনের জারণ অবস্থার ওপর অম্ল ধর্মের সম্পর্ক আলোচনা কর।
- ৬। কীটনাশক, জীবাণুনাশক ও পলিমার প্রস্তুতিতে ক্লোরিনের ব্যবহার আলোচনা কর।
- ৭। ক্ষার শিল্পে ক্লোরাইড লবণের গুরুত্ব উদাহরণসহ লেখ।
- ৮। কৃষিবিজ্ঞানে ক্লোরিনের যৌগসমূহের প্রভাব আলোচনা কর।
- ৯। C-Cl বন্ধন যুক্ত যৌগসমূহের গুরুত্ব ও পরিবেশের ওপর এদের হুমকি সম্বন্ধে আলোচনা কর।

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

(ক) কতিপয় রাসায়নিক বিক্রিয়া

কী ঘটে সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর যখন-

- ১। (ক) $H_2O(l) + Cl_2(g) \rightarrow \dots + \dots$
 (খ) ক্লোরিন ও NaOH এর দ্রবণ ঠান্ডা এবং গরম অবস্থায় বিক্রিয়া করে। [ঢা. বো. ২০০৮;
 সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০;
 য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮]
- (গ) $NaOH(aq) + Cl_2(g) \xrightarrow{70^\circ C} \dots + \dots$
 (ঘ) শুষ্ক $Ca(OH)_2 + Cl_2(g) \xrightarrow{40^\circ C} \dots + \dots$ [চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৭;
 য. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০]
- (ঙ) অতিরিক্ত $NH_3(g) + Cl_2(g) \rightarrow \dots + \dots$ [ঢা. বো. ২০১১;
 ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯]
- ২। (ক) NaCl অথবা KCl এর সাথে গাঢ় H_2SO_4 কে উত্তপ্ত করা হয়।
 (খ) NaBr অথবা KBr ও গাঢ় H_2SO_4 কে উত্তপ্ত করা হয়।
 (গ) $HBr(g) +$ গাঢ় $H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} \dots + \dots$ [ঢা. বো. ২০০৭]
 (ঘ) KI অথবা NaI এর সাথে গাঢ় H_2SO_4 উত্তপ্ত করা হয়।
 (ঙ) লোহিত ফসফরাস ও ব্রোমিনের মিশ্রণে ফোঁটায় ফোঁটায় পানি যোগ করা হয়।
 [রা. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]



(খ) NaCl কে গাঢ় H_2SO_4 ও MnO_2 সহ উত্তপ্ত করা হয়। [ঢা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮]

(গ) NaBr, গাঢ় H_2SO_4 ও MnO_2 এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয়।

(ঘ) NaI, গাঢ় H_2SO_4 ও MnO_2 এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয়।

(ঙ) গাঢ় HCl এসিডকে MnO_2 সহ উত্তপ্ত করা হয়।

৪। (ক) গাঢ় HNO_3 এসিডে HI গ্যাস চালনা করা হয়।

(খ) $\text{FeCl}_3(\text{aq}) + \text{HI}(\text{aq}) \rightarrow ? \dots$ [রা. বো. ২০১১]

(গ) $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{KI}(\text{aq}) \rightarrow \dots + \dots$ [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১;

সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯]

(খ) কতিপয় টীকা

(১) টীকা লেখ :

- | | | |
|----|---------------------------------------|-----------------------|
| ১। | আয়নীকরণ শক্তি ও হ্যালোজেন | [২.২(৫)] |
| ২। | ইলেকট্রন আসক্তি ও হ্যালোজেন | [২.২(৬)] |
| ৩। | হ্যালোজেনের ভড়িৎ ঋণাত্মকতা | [২.২(৭)] |
| ৪। | খাদ্য লবণ থেকে বিশুদ্ধ NaCl প্রস্তুতি | [২.১০.১ (খ-৪)] |
| ৫। | ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন (CFC) | [২.১৪ (ক-২), ২.১৭(ক)] |
| ৬। | মাটির লবণাক্ততা | [২.১৬] |

(গ) ব্যাখ্যা কর

- ১। হ্যালোজেন মৌলসমূহের মধ্যে ফ্লোরিন অধিক সক্রিয় ও সবচেয়ে শক্তিশালী জারক কেন ব্যাখ্যা কর।
- ২। ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিন অপেক্ষা বেশি হওয়া সত্ত্বেও ফ্লোরিন ক্লোরিনের চেয়ে শক্তিশালী জারক কেন ব্যাখ্যা কর।
- ৩। ফ্লোরিনের জারণ অবস্থা কেবল -1। কিন্তু ক্লোরিনের জারণ অবস্থা -1, +1, +3, +5, +7 হতে পারে কেন ব্যাখ্যা কর।
অথবা, F এর জারণ অবস্থা স্থির। কিন্তু Cl এর জারণ অবস্থা পরিবর্তনশীল। ব্যাখ্যা কর।
[চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১;
রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
- ৪। ফ্লোরিন সালফারের সাথে সর্বোচ্চ SF_6 গঠন করলেও ক্লোরিন সর্বোচ্চ SCl_4 গঠন করতে পারে।
এর কারণ ব্যাখ্যা কর।
- ৫। ফ্লোরিন অণুর বন্ধন শক্তি অন্য সব হ্যালোজেনের চেয়ে কম কেন ব্যাখ্যা কর।
- ৬। (ক) ফ্লোরিনের অক্সো-এসিড বা অক্সো লবণ নেই কেন ব্যাখ্যা কর।
(খ) HF সবচেয়ে দুর্বল হ্যালোজেন হাইড্রোসিড কেন ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৮;
ব. বো. ২০১০]
- (গ) HX এর মধ্যে HI তীব্রতম এসিড কেন ব্যাখ্যা কর।
- (ঘ) HCl, HBr ও HI কে এসিড হিসেবে তীব্রতার ক্রম অনুসারে সাজাও এবং তা ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১]

- ৭। (ক) হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ সমীকরণ লেখ। একই পদ্ধতিতে ফ্লোরিন প্রস্তুত করা যায় না কেন? [চ. বো. ২০১০; ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- (খ) NaBr এবং গাঢ় H₂SO₄ এর বিক্রিয়ায় HBr প্রস্তুত করা যায় না কেন? [ঢা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০]
- (গ) পরীক্ষাগারে HCl গ্যাস প্রস্তুতির মত একই প্রণালীতে HBr প্রস্তুত করা যায় না কেন? [দি. বো. ২০১০]

(ঘ) NaBr হতে কীভাবে ব্রোমিন তৈরি করবে?

(ঙ) NaI এবং গাঢ় H₂SO₄ এর বিক্রিয়ায় HI প্রস্তুত করা যায় না কেন? [জা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১১]

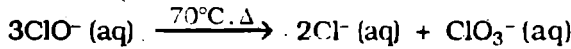
(চ) HI একটি বিজারক; তা দুটি রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ প্রমাণ কর। [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৮]

৮। (ক) অর্ধ ধাতব হ্যালাইডকে উত্তপ্ত করে অনার্দ্র ধাতব হ্যালাইড প্রস্তুত করা যায় না কেন উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।

(খ) অর্ধ ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড (MgCl₂ · 6H₂O) থেকে কীরূপে অনার্দ্র MgCl₂ প্রস্তুত করা যায়?

৯। গ্রিন হাউস গ্যাসের প্রধান উপাদান কী কী? ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (CFC) কী? এটি গৃহোন্নয়ন স্তরকে কীরূপে নষ্ট করে ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]

১০। নিম্নোক্ত সমীকরণের প্রতিটি মূলকের মধ্যে ক্লোরিনের জারণ অবস্থা কত উল্লেখ কর :



এ বিক্রিয়াকে অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া বলা হয় কেন?

১১। ক্লোরিন পানি কী? ক্লোরিন পানি প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ। [ব. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০]

১২। (ক) ক্লোরিন পানি একটি বিরঞ্জক; তা ব্যাখ্যা কর।

(খ) ক্লোরিন একটি জারক, বিরঞ্জক ও জীবাণুনাশক—উদাহরণসহ তা ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২০০৭]

১৩। Cl₂ ও SO₂ এর বিরঞ্জন ক্রিয়ার তুলনা কর। [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১১]

১৪। (ক) ব্রিটিং পাউডারের রাসায়নিক নাম, সংকেত, প্রস্তুতি ও এর ২টি ব্যবহার লেখ। [ঢা. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১০]

(খ) দেখাও যে, ব্রিটিং পাউডার একটি বিরঞ্জক।

(গ) ক্লোরিনযুক্ত দুটি কীটনাশকের নাম ও সংকেত লেখ। [সি. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৭]

১৫। (ক) টিচার আয়োডিন কী? এটির ব্যবহার লেখ। [ঢা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]

(খ) আয়োডিনের ৪টি ব্যবহার লেখ।

১৬। আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ কী? উদাহরণ দাও। [সি. বো. ২০০৮]

(ঘ) আয়ন শনাক্তকরণ

১। জলীয় দ্রবণে ক্লোরাইড আয়ন (Cl⁻) এর উপস্থিতি শনাক্তকরণের পরীক্ষা সমীকরণসহ উল্লেখ কর। [ঢা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮]

২। জলীয় দ্রবণে ব্রোমাইড আয়ন (Br⁻) এর উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করা হয় সমীকরণসহ লেখ।

৩। জলীয় দ্রবণে আয়োডাইড আয়ন (I⁻) এর উপস্থিতি শনাক্তকরণের একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ উল্লেখ কর।

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন

১। গ্রুপ -VII A এর পাঁচটি মৌলের মধ্যে সর্বশেষ মৌল অ্যাস্টাটিন একটি তেজস্ক্রিয় মৌল। অপর চারটি মৌলের মধ্যে ফ্লোরিন বাদে ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের সোডিয়াম ও পটাসিয়াম লবণ সামুদ্রিক পানিতে দ্রবীভূত থাকে এবং সামুদ্রিক শৈবাল ঐ সব লবণ শোষণ করে। ফ্লোরিন হল সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক অধাতব সক্রিয় মৌল।

- (ক) হ্যালোজেন কী? ১
- (খ) NaOH দ্রবণের সাথে ক্লোরিনের অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, শৈবাল দ্বারা শোষিত আয়োডাইড লবণ থেকে হ্যালোজেনের সক্রিয়তা প্রয়োগ করে আয়োডিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) ফ্লোরিন একই গ্রুপ VII A এর মৌল হওয়া সত্ত্বেও ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের সাথে স্বাভাবিক মিলের পরিবর্তে অধিক পার্থক্য দেখায়; তা পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম - (i) তড়িৎ ঋণাত্মকতা, (ii) বন্ধন বিয়োজন শক্তি ও (iii) জারণ-সংখ্যা ইত্যাদির সাহায্যে প্রমাণ কর। ৪

২। s-ব্লকের ধাতুর ক্লোরাইড লবণকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে ঐ সব ধাতু উৎপাদন করা হয়। তখন অ্যানোডে উপজাত হিসেবে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়। ক্লোরিন হল অধিক সক্রিয় অধাতুর মধ্যে গ্রুপ VII A এর দ্বিতীয় মৌল। প্রতিটি গ্রুপের প্রথম মৌলটি পরবর্তী মৌলগুলোর চেয়ে কিছু তিন-ধর্ম প্রকাশ করে। গ্রুপ VIIA মৌলগুলোকে হ্যালোজেনও বলা হয়।

- (ক) ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (CFC) কী? ১
- (খ) HI একটি বিজারক, তা দুটি রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ প্রমাণ কর। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ফ্লোরিন হল গ্রুপ VIIA এর প্রথম মৌল। এর জারণ সংখ্যা স্থির। অপরদিকে ক্লোরিনের জারণ সংখ্যা পরিবর্তনশীল, তা ইলেক্ট্রন বিন্যাসের ভিত্তিতে ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকের সমর্থনে হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। একই পদ্ধতিতে ফ্লোরিন প্রস্তুত করা সম্ভব হয় না কেন? ফ্লোরিন গ্যাস প্রস্তুতির একটি পদ্ধতি লেখ। ৪

৩। অক্সিজেনের স্যাভার্ড ইলেকট্রোড বিভবের তুলনায় ক্লোরিনের স্ট্যাভার্ড ইলেকট্রোড বিভব বেশি। তাই ক্লোরিন পানিকে জারিত করে জায়মান অক্সিজেন তৈরি করে, যা ব্রিচিং ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। হ্যালোজেনসমূহ হাইড্রো-এসিড গঠন করে; এদের তীব্রতার মধ্যে পার্থক্য আছে।

- (ক) টিচার আয়োডিন কী? ১
- (খ) নিচের বিক্রিয়ার সমীকরণ পূর্ণ কর এবং এটি কোন্ শ্রেণীর বিক্রিয়া তা ব্যাখ্যা কর। ২
- $$\text{CuSO}_4 (\text{aq}) + \text{KI} (\text{aq}) \rightarrow \text{-----} + \text{-----}$$
- (গ) উদ্দীপক মতে, ব্রিচিং বা বিরঞ্জন ক্রিয়া কী? Cl_2 ও SO_2 গ্যাসের বিরঞ্জন ক্রিয়ার তুলনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকের সমর্থনে, HCl, HBr, HI কে এসিডরূপে তীব্রতার ক্রম-অনুসারে সাজাও এবং তোমার মতে ঐ তীব্রতা ক্রমের ব্যাখ্যা দাও। ৪

৪। ক্লোরিন-কার্বন বন্ধনযুক্ত জৈব যৌগের স্থায়িত্ব বেশি। এরা সহজে বিয়োজিত হয় না বলে 'গ্রিন-হাউস' গ্যাস রূপে পরিবেশকে দূষিত করে এবং ওজোন স্তরকে নষ্ট করে। এদের মধ্যে ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন বা CFC উল্লেখযোগ্য। হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ সমীকরণ থাকলেও HX প্রস্তুতির ঐ রকম পদ্ধতি নেই।

- (ক) ব্রিচিং পাউডারের রাসায়নিক নাম ও সংকেত লেখ। ১
- (খ) জলীয় দ্রবণে ক্লোরাইড আয়ন শনাক্তকরণের পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, 'গ্রিন হাউস' গ্যাসসমূহ কী কী? এর কোন বিশেষ উপাদান ওজোন স্তরকে কীরূপে নষ্ট করে তা সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) NaCl ও গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে কী ঘটে লেখ। এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাসের মত অনুরূপভাবে HBr গ্যাস NaBr থেকে প্রস্তুত করা যাবে কিনা ব্যাখ্যা কর। পরীক্ষাগারে HBr প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : জ্ঞান স্তর ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। শিশুদের টুথপেস্টে দস্তক্ষয় রোধের জন্য স্রল পরিমাণে কোন লবণ যোগ করা হয়?
(ক) NaCl (খ) CaCl₂ (গ) NaF (ঘ) MgCl₂
- ২। মিউনিসিপ্যাল এলাকায় সরবরাহকৃত পানিকে জীবাণুমুক্ত রাখতে ব্যবহৃত হয় -
(ক) ব্লিচিং পাউডার (খ) গ্যামাক্সিন পাউডার (গ) D.D.T (ঘ) CaCl₂
- ৩। সার হিসেবে ব্যবহৃত 'মিউরেট অব পটাশ' হল -
(ক) KCl (খ) KNO₃ (গ) KOH (ঘ) KI
- ৪। খাদ্য লবণে আয়োডিনের উৎসরূপে মিশ্রিত করা হয় -
(ক) KI অথবা NaI (খ) I₂ গুঁড়া (গ) CaI₂ (ঘ) KIO₃
- ৫। Cl⁻, Br⁻, I⁻ আয়ন শনাক্তকরণে ব্যবহৃত বিকারক হল -
(ক) BaCl₂ দ্রবণ (খ) AgNO₃ দ্রবণ (গ) টলেন বিকারক (ঘ) ফেলিং দ্রবণ
- ৬। কোন যৌগসমূহে সঞ্চিত অধাতুর সর্বোচ্চ জারণ-অবস্থা বিরাজ করে?
(ক) নাইট্রেট (খ) ব্রোমাইড (গ) ফ্লোরাইড (ঘ) আয়োডাইড
- ৭। আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ কোনটি?
(ক) ClF₃ (খ) NaCl (গ) AgBr (ঘ) KI
- ৮। কোনটি প্রাটিনামের ফ্লোরাইড লবণের সঠিক সংকেত?
(ক) PtF₄ (খ) PtF₂ (গ) PtF₆ (ঘ) PtF₅
- ৯। CaF₂ ও গাঢ় H₂SO₄ এর বিক্রিয়ায় HF এসিড প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত পাত্র হল -
(ক) কাচ পাত্র (খ) চীনা মাটির পাত্র (গ) নিকেল ধাতুর পাত্র (ঘ) প্রাটিনাম ধাতুর পাত্র
- ১০। কোন সিলভার যৌগটি পানিতে দ্রবণীয়?
(ক) AgCl (খ) AgBr (গ) AgF (ঘ) AgI
- ১১। স্টার্চ দ্রবণকে নীল বর্ণ করে -
(ক) Br₂ দ্রবণ (খ) I₂ দ্রবণ (গ) Cl₂ গ্যাস (ঘ) KI দ্রবণ
- ১২। কাচের ওপর নকশা করার কাজে ব্যবহৃত হয় -
(ক) HCl এসিড (খ) HI এসিড (গ) HF এসিড (ঘ) HNO₃ এসিড
- ১৩। HBr ও HI দ্বারা H₂SO₄ বিজারিত হয়; HCl দ্বারা KMnO₄ এবং HF দ্বারা কোনটি বিজারিত হয় -
(ক) H₂SO₄ (খ) KMnO₄ (গ) K₂Cr₂O₇ (ঘ) কোনটিই না
- ১৪। KBr এর দ্রবণে নিচের কোনটি Br₂ মুক্ত করবে?
(ক) Cl₂ (খ) HI (গ) I₂ (ঘ) SO₂

খ-১ MCQ এর উত্তরমালা :

- ১। (গ) ২। (ক) ৩। (ক) ৪। (ক) ৫। (খ) ৬। (গ) ৭। (ক) ৮। (গ) ৯। (ঘ) ১০। (গ) ১১। (খ)
১২। (গ) ১৩। (ঘ) ১৪। (ক)

খ-২ MCG : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন, প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের :

১। অধাতুর মধ্যে ফ্লোরিন সর্বাধিক সক্রিয় মৌল। এর কারণ হল -

(i) F পরমাণুর আকার হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে সবচেয়ে ছোট

(ii) ফ্লোরিন অণুর বন্ধন বিয়োজন শক্তিমাত্র 158 kJmol^{-1}

(iii) ফ্লোরিনের উদ্ভিৎ ঋণাত্মকতার মান সর্বাধিক

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (i), (ii) ও (iii)

(গ) (iii)

(ঘ) (ii)

২। হ্যালোজেনসমূহের মধ্যে F-পরমাণুর আকার সবচেয়ে ছোট হওয়ায় F-এর ইলেক্ট্রন আসক্তি Cl-পরমাণুর চেয়ে কম। কারণ হল -

(i) ফ্লোরিন পরমাণুর দ্বিতীয় শক্তিস্তরের আকার ছোট হওয়ায় ৭টি ইলেক্ট্রন মেঘের ঘনত্ব বেশি।

(ii) ফ্লোরিন-পরমাণুর ৩য় শক্তিস্তরের আকার বড় হওয়ায় ৭টি ইলেক্ট্রন মেঘের ঘনত্ব কম।

(iii) ফ্লোরিনের ২য় শক্তিস্তরের 2p অরবিটালে ৭টি ইলেক্ট্রনের মধ্যে বিকর্ষণ বেড়ে যায়।

কোনটি সঠিক উত্তর হবে ?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (i), (ii) ও (iii)

(ঘ) (i) ও (iii)

৩। ফ্লোরিনের জারণ অবস্থা -1, কিন্তু ক্লোরিনের জারণ অবস্থা -1, +1 + 3, +5 হতে পারে। এর কারণ হল :

(i) ফ্লোরিনের ২য় শক্তিস্তরে $2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$ ইলেক্ট্রন বিন্যাস রয়েছে।

(ii) ক্লোরিনের ৩য় শক্তিস্তরে $3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$ ইলেক্ট্রন বিন্যাস রয়েছে।

(iii) উদ্বীপিত ক্লোরিনের খালি 3d অরবিটালে $3p_x^2 3p_y^2$ ও $3s^2$ থেকে ইলেক্ট্রন স্থানান্তর।

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (i)

(ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৪। AgF পানিতে দ্রবণীয়, কিন্তু AgCl , AgBr ও AgI পানিতে অদ্রবণীয়। এর কারণ হল-

(i) দ্রবণীয় নবণের বেলায় আয়নের হাইড্রেশন শক্তি ল্যাটিস শক্তির চেয়ে বেশি হয়

(ii) ফ্লোরাইড আয়নের আকার ছোট হওয়ায় এর হাইড্রেশন শক্তি অন্য হ্যালাইডের চেয়ে বেশি

(iii) AgF এর উভয় আয়নের হাইড্রেশন শক্তি এর কেলস ল্যাটিস শক্তির চেয়ে বেশি হয়

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (i), (ii) ও (iii)

(ঘ) (iii)

৫। CO_2 , CFC, CH_4 , N_2O গ্যাস গ্রিন-হাউস গ্যাস হলেও, কেবল CFC গ্যাস ওজোন স্তরকে নষ্ট করতে পারে। এর কারণ হল -

(i) CFC ওজোন স্তরে পৌঁছলে UV রশ্মির প্রভাবে C-Cl বন্ধন ভেঙে ফ্লোরিন মুক্ত মূলক উৎপন্ন হয়।

(ii) ফ্লোরিন মুক্তমূলক ওজোন অণুকে ভেঙে O_2 এবং ClO^\cdot মুক্ত মূলক তৈরি করে।

(iii) মুক্ত মূলক দ্বারা চেইন বিক্রিয়ায় ওজোন স্তর নষ্ট হতে থাকে।

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (i), (ii) ও (iii)

(গ) (i) ও (iii)

(ঘ) (ii) ও (iii)

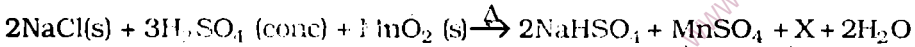
- ৬। ক্ষার শিল্পে ক্লোরিনের যৌগ যেমন NaCl এর গুরুত্ব অনেক। কারণ –
- (i) গ্রুপ LA এর ধাতুর হাইড্রসাল্লাইড ও কার্বনেট লবণ ক্ষার হিসেবে ব্যবহৃত হয়
(ii) শিল্পক্ষেত্রে ব্রাইন থেকে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে NaOH উৎপাদন করা হয়
(iii) শিল্পক্ষেত্রে ব্রাইন থেকে সলভে পদ্ধতিতে সোডা অ্যাস উৎপাদন করা হয়
কোনটি সঠিক হবে?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৭। আয়োডিনের ব্যবহার বিশেষ উল্লেখযোগ্য। যেমন –
- (i) কাটা-ছেঁড়ায় পচন রোধকরূপে ব্যবহৃত টিচার আয়োডিনে KI ও আয়োডিন থাকে।
(ii) আয়োডাইড লবণ যেমন KI অথবা NaI খাদ্য লবণে গলগুস্ত রোগ প্রতিরোধকরূপে মিশানো হয়।
(iii) KI দ্রবণ লেড অয়ন (Pb^{2+}) শনাক্তকরণে বিকারকরূপে ব্যবহৃত হয়।
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (ii)
- ৮। কীটনাশকরূপে ব্যবহৃত ক্লোরিনের যৌগসমূহের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল –
- (i) ক্যালসিয়াম ক্লোরো হাইপোক্লোরাইট (ii) বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড (iii) D. D. T
কোনটি সঠিক হবে –
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৯। ব্রিচিং পাউডার বিরঞ্জক হিসেবে ক্রিয়া করে। কারণ –
- (i) ব্রিচিং পাউডার ও লঘু HCl এসিডের বিক্রিয়ায় Cl_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়
(ii) Cl_2 গ্যাস ও পানির বিক্রিয়ায় জায়মান অক্সিজেন উৎপন্ন হয়
(iii) জায়মান অক্সিজেন রঙিন বস্তুকে বর্ণহীন করে
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ১০। $AgNO_3$ দ্রবণ নিম্নোক্ত অ্যানায়ন শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় –
- (i) NO_3^- আয়ন, (ii) Cl^- আয়ন (iii) Br^- আয়ন
কোনটি অধিক সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (iii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (iii) (ঘ) (i)

খ-২ MCG-এর উত্তরমালা :

১। (খ) ২। (গ) ৩। (ঘ) ৪। (গ) ৫। (খ) ৬। (গ) ৭। (খ) ৮। (ঘ) ৯। (গ) ১০। (খ)।

খ- ৩ MCG: অতিমাত্রাভিত্তিক হু নির্বাচনি প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতা স্তরের :

- ১। নিম্নোক্ত বিক্রিয়ায় X নামক একটি গ্যাস উৎপন্ন হয় –



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে দিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও –

(১) X চিহ্নিত গ্যাসটির বৈশিষ্ট্য হল –

- (ক) ফিকে হলুদ (খ) সবুজাভ হলুদ (গ) লাল বাষ্প (ঘ) বেগুনি বাষ্প

(২) X চিহ্নিত গ্যাসটির ইলেক্ট্রন বিন্যাস হল -

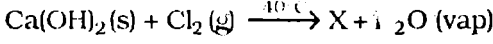
(ক) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

(খ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

(গ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2 3p^1$

(ঘ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^2$

২। নিম্নোক্ত বিক্রিয়ায় ঋক্ষালো গন্ধযুক্ত এক কঠিন পদার্থ 'X' উৎপন্ন হয় :



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) X চিহ্নিত কঠিন বস্তুটি হল :

(ক) $\text{Ca(OCl)Cl}(\text{s})$

(খ) $\text{CaCl}_2(\text{s})$

(গ) $\text{Ca(OCl)}_2(\text{s})$

(ঘ) $\text{CaO}(\text{s})$

(২) X চিহ্নিত কঠিন পদার্থটির নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য রয়েছে -

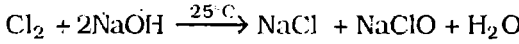
(ক) রং শিল্পে ব্যবহার

(খ) ধাতু নিষ্কাশনে

(গ) জীবাণু নাশক

(ঘ) সাররূপে

৩। নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটিতে Cl_2 এর জারণ অবস্থার পরিবর্তন ঘটেছে -



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিচের (১) নং ও (২) প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) উৎপন্ন যৌগে Cl এর জারণ অবস্থা হয়েছে যথাক্রমে -

(ক) -1 ও +1

(খ) +1 ও -1

(গ) +2, -1

(ঘ) -1, +2

(২) উৎপন্ন দুটি ধাতব যৌগের মধ্যে Cl এর +1 জারণ অবস্থার যৌগটি ব্যবহৃত হয় -

(ক) সোডা-অ্যাস উৎপাদনে, (খ) লব্ধিতে কাপড়ের দাগ দূর করতে, (গ) চামড়া সংরক্ষণে, (ঘ) টুথ প্যাস্টে

৪। নিম্নোক্ত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় X নামক একটি দ্বিপরিমাণুক গ্যাস ও একটি যৌগিক গ্যাস উৎপন্ন হয়। যেমন



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু মতে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) উৎপন্ন 'X' নামক গ্যাসটির বর্ণ হবে -

(ক) ফিকে হলুদ

(খ) সবুজাভ হলুদ

(গ) লাল বাষ্প,

(ঘ) গাঢ় বেগুনি বাষ্প

(২) উৎপন্ন 'X' নামক মৌলিক দ্বিপরিমাণুক গ্যাসটি স্ট্রাচের দ্রবণকে বর্ণ পরিবর্তন করে -

(ক) লালচে হলুদ

(খ) নীল বর্ণ

(গ) হালকা হলুদ

(ঘ) লাল বর্ণ

খ-৩ MCQ এর উত্তরমালা :

১। (১) (খ), (২) (গ); ২। (১) (ক), (২) (গ); ৩। (১) (ক) (২) (খ); ৪। (১) (ঘ), (২) (খ)।



Id: www.facebook.com/tanbir.cox



Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks



Web: www.tanbircoox.blogspot.com

d-ব্লক মৌলসমূহের রসায়ন

(Sc থেকে Zn পর্যন্ত : প্রথম অবস্থান্তর সিরিজ)
Chemistry of d-block elements
[Sc to Zn : First transitional series]

The diagram shows a periodic table with the following blocks highlighted:

- s-block:** Groups I and II.
- p-block:** Groups III, IV, V, VI, VII, and VIII.
- d-block:** Groups III, IV, V, VI, VII, VIII, and IX, corresponding to elements Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, and Zn.
- f-block:** The lanthanide and actinide series, shown as a separate row below the main table.

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। d- ব্লক মৌলের সংজ্ঞা, ধাতু ও তাদের সরল আয়নে ইলেকট্রন বিন্যাস
- ২। d- ব্লক মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম
- ৩। আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন
- ৪। ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম ও ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ-অবস্থা এবং তাদের রূপান্তর পদ্ধতি
- ৫। Fe^{2+} ও Fe^{3+} আয়নদ্বয়ের রূপান্তর পদ্ধতি, লৌহের অনার্দ্র ক্লোরাইড প্রস্তুত পদ্ধতি
- ৬। পরিবর্তনশীল যোজ্যতার প্রেক্ষিতে অবস্থান্তর মৌল ও তাদের যৌগসমূহের শিল্প পদ্ধতিতে প্রভাবকরূপে ব্যবহার।

উদ্দেশ্য (Objectives)

১. d-ব্লক মৌলসমূহের (Sc থেকে Zn এর) ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
২. অবস্থান্তর মৌলসমূহ ও তাদের যৌগ বিভিন্ন শিল্প পদ্ধতিতে গুরুত্বপূর্ণ প্রভাবকরূপে কাজ করে। এদের পরিবর্তনশীল যোজ্যতার কারণেই এটা সম্ভব; তা সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।

৩.১ ভূমিকা (Introduction)

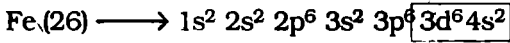
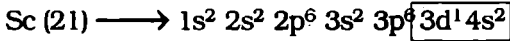
আধুনিক দীর্ঘাকার পর্যায় সারণিতে মৌলসমূহকে s, p, d ও f-ব্লক নামে চার শ্রেণীতে বিন্যস্ত করা হয়েছে। এদের মধ্যে s, d ও f-ব্লক মৌলসমূহ হল ধাতু। একমাত্র H হল অধাতু। এবং p-ব্লক মৌলসমূহ প্রধানত অধাতু। পর্যায় সারণিতে d-ব্লক মৌলসমূহ s-ব্লক ও p-ব্লক-এর মাঝখানে রয়েছে। d-ব্লক মৌলসমূহকে পূর্বে 'অবস্থান্তর মৌলের সিরিজ' বলা হত।

৩.১.১ d-ব্লক মৌল (d-block elements)

d-ব্লক মৌলের সংজ্ঞা : দীর্ঘাকার পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায় থেকে পরবর্তী প্রতিটি পর্যায়ের অন্তর্ভুক্ত যে সব মৌলের পরমাণুর সর্ববহিস্থ শক্তিস্তরের পূর্ববর্তী স্তরের d-অরবিটালে শেষের ইলেকটনগুলো প্রবেশ করে থাকে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলা হয়।

d-ব্লক মৌলের বহিস্থ দুটি শক্তিস্তরের ইলেকটন বিন্যাস $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ হয়। অর্থাৎ এসব মৌলের সর্ববহিস্থ n শক্তিস্তরের s-অরবিটালে ২টি বা ১টি ইলেকটন এবং পূর্ববর্তী $(n-1)$ শক্তিস্তরের d-অরবিটালে ১ থেকে ১০টি ইলেকটন থাকে।

যেমন, স্ক্যান্ডিয়াম Sc (21) ও আয়রন Fe (26) হল d-ব্লক মৌল। তাদের ইলেকটন বিন্যাস নিম্নরূপ :



d-ব্লক মৌলের শ্রেণীবিভাগ

3d-ব্লক মৌল বা ১ম অবস্থান্তর সিরিজ : Sc (21) থেকে Zn(30); এদের ইলেকটন বিন্যাস, $3d^{1-10} 4s^{1-2}$
4d ব্লক মৌল বা ২য় অবস্থান্তর সিরিজ : Y (39) থেকে Cd(48); এদের ইলেকটন বিন্যাস, $4d^{1-10} 5s^{1-2}$
5d-ব্লক মৌল বা ৩য় অবস্থান্তর সিরিজ : La(57), Hf(72)–Hg(80); এদের ইলেকটন বিন্যাস, $5d^{1-10} 6s^{1-2}$
6d-ব্লক মৌল বা ৪র্থ অবস্থান্তর সিরিজ : Ac(89), Th(90), Rf(104)–Rg(111) ইলেকটন বিন্যাস $6d^{1-10} 7s^{1-2}$

এখানে 3d-ব্লক মৌল বা ১ম অবস্থান্তর সিরিজ সম্বন্ধে আলোচনা করা হল। 3d-ব্লক মৌলসমূহের ধর্মে বেশ মিল থাকে; কারণ–

তাদের ধর্ম মূলত সর্ববহিস্থ $4s^{1-2}$ ইলেকটনের ওপর নির্ভরশীল হয়ে থাকে। এ সিরিজের বাম থেকে ডানদিকে অগ্রসর হতে থাকলে পরবর্তী মৌলসমূহের পরমাণুতে নতুন ইলেকটন 3d অরবিটালে প্রবেশ করতে থাকায় 4s অরবিটালের ইলেকটনের ওপর নিউক্লিয়াসের বাড়তি ধনাত্মক চার্জের প্রভাব 3d ইলেকটন কর্তৃক বাধাপ্রাপ্ত হয়। ফলে এই সিরিজের দশটি মৌলের পরমাণুর ইফেক্টিভ নিউক্লিয়ার চার্জ মোটামুটি একই থাকে। মৌলসমূহের পরমাণুর আকার (size) ও তাদের প্রথম আয়নীকরণ শক্তি বা এনথালপি মোটামুটি একই রকম হয় এবং তাদের ধর্মেও অনেক মিল দেখা যায়।

3d-ব্লক-মৌলসমূহের পরমাণুর ইলেকটন বিন্যাস নিচে [সারণি ৩.১-এ] দেয়া হল; এদের প্রত্যেকের পরমাণুর অভ্যন্তরীণ ইলেকটন বিন্যাসে আর্গনের ইলেকটন বিন্যাস রয়েছে অর্থাৎ $\text{Ar}(18) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$. ইলেকটন বিন্যাস এদের প্রত্যেকের পরমাণুর ইলেকটন বিন্যাসের অংশ। এ দশটি মৌলের মধ্যে ক্রোমিয়াম Cr(24) ও কপার Cu(29), এ দুটি মৌলের ইলেকটন বিন্যাসে অধিক স্থায়িত্বের কারণে ব্যতিক্রম ঘটেছে। ক্রোমিয়াম এর $4s^2$ ইলেকটন থেকে একটি ইলেকটন 3d অরবিটালে স্থানান্তর করে অধিক স্থায়িত্বসহ 3d অরবিটালসমূহকে অযুগ্ম ইলেকটন সহকারে অর্ধপূর্ণ করেছে। কপার এর $4s^2$ ইলেকটন থেকে একটি ইলেকটন 3d অরবিটালে স্থানান্তর করে এর 3d অরবিটালসমূহকে যুগ্ম ইলেকটন সহকারে পূর্ণ করে অধিকতর স্থায়িত্ব লাভ করেছে।

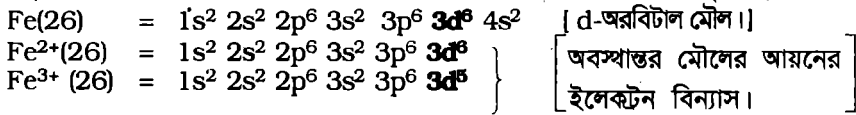
সারণি-৩.১ : প্রথম অবস্থান্তর সিরিজ বা 3d-মৌলসমূহের ইলেকটন বিন্যাস।

	3d	4s
স্ক্যান্ডিয়াম, Sc (21) = (Ar) 3d ¹ 4s ²	↑	↑↓
টাইটেনিয়াম, Ti (22) = (Ar) 3d ² 4s ²	↑ ↑	↑↓
ভ্যানাডিয়াম, V (23) = (Ar) 3d ³ 4s ²	↑ ↑ ↑	↑↓
ক্রোমিয়াম, Cr (24) = (Ar) 3d ⁵ 4s ¹	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↑
ম্যাঙ্গানিজ, Mn (25) = (Ar) 3d ⁵ 4s ²	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↑↓
আয়রন, Fe (26) = (Ar) 3d ⁶ 4s ²	↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑	↑↓
কোবাল্ট, Co (27) = (Ar) 3d ⁷ 4s ²	↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑	↑↓
নিকেল, Ni (28) = (Ar) 3d ⁸ 4s ²	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑	↑↓
কপার Cu (29) = (Ar) 3d ¹⁰ 4s ¹	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑
জিংক Zn (30) = (Ar) 3d ¹⁰ 4s ²	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓

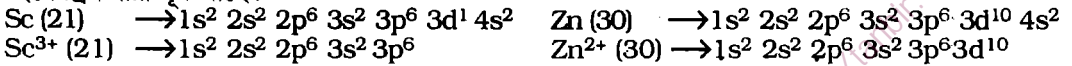
বর্তমানে অবস্থান্তর সিরিজসমূহকে d-ব্লক মৌল বলা হলেও সব d-ব্লক মৌলকে 'অবস্থান্তর মৌল' বলা হয় না। কারণ অবস্থান্তর ধাতব মৌল দ্বারা গঠিত যৌগে ধাতব আয়নের d অরবিটাল অপূর্ণ (d¹⁻⁹) থাকে। তাই অবস্থান্তর মৌলের সংজ্ঞা মতে 3d-ব্লক মৌলের স্ক্যান্ডিয়াম (3d⁰ অরবিটাল যুক্ত আয়ন) ও জিংক (3d¹⁰ অরবিটালযুক্ত আয়ন)-এ দুটি মৌল অবস্থান্তর মৌল থেকে বাদ পড়ে। 4d-ব্লক মৌলের Y(39) ও Cd(48) অবস্থান্তর মৌল নয়; এদের একমাত্র আয়ন যেমন, Y³⁺(39) ও Cd²⁺(48) আয়নে d অরবিটাল আংশিক পূর্ণ নয়। একইভাবে La(57) ও Hg(80) অবস্থান্তর মৌল নয়। তবে এসব ধাতব মৌলের কিছু যৌগের ধর্ম অবস্থান্তর ধাতুর যৌগের ধর্মের সাথে মিল আছে; তাই অবস্থান্তর ধাতুর সাথে এদের সম্বন্ধে আলোচনা করা সুবিধাজনক।

৩.১.২ অবস্থান্তর মৌল (The transition metals)

অবস্থান্তর মৌলের আধুনিক সংজ্ঞা : যে সব ধাতব মৌল বা d-ব্লক মৌলের যে কোন সুস্থিত আয়নের d অরবিটাল আংশিকভাবে (যেমন, d¹⁻⁹) ইলেকটন দ্বারা পূর্ণ থাকে, তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলা হয়। যেমন, আয়রন (Fe) হল d-অরবিটাল মৌল ও অবস্থান্তর মৌল উভয়ই। প্রথমত এর শেষ ইলেকটনটি d-অরবিটালে যায়; দ্বিতীয়ত এর সুস্থিত আয়নে যেমন, Fe²⁺ এবং Fe³⁺ আয়নে d-অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে।



অপরদিকে স্ক্যান্ডিয়াম (Sc) ও জিংক (Zn) মৌল দুটি d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়; কারণ এদের একমাত্র সুস্থিত আয়ন যেমন, Sc³⁺ আয়নে d-অরবিটালে কোন ইলেকটন নেই এবং Zn²⁺ আয়নে d অরবিটাল ১০টি ইলেকটন দ্বারা পূর্ণ আছে।



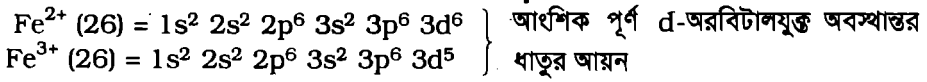
এজন্য বলা হয়, 'সব অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল হলেও সব d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।'

অবস্থান্তর মৌলসমূহের নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকে। যেমন,

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| (১) পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা; | [৩.২(খ-১) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য] |
| (২) প্রভাবকরূপে ক্রিয়া; | [৩.২(খ-২) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য] |
| (৩) জটিল আয়ন গঠন; | [৩.২(খ-৩) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য] |
| (৪) রঙিন আয়ন সৃষ্টি ও | [৩.২(খ-৪) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য] |
| (৫) প্যারা চুম্বকীয় ধর্ম; | [৩.২(ক-৩) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য] |

(ক) অবস্থান্তর মৌলের এরূপ নামকরণের সার্থকতা :

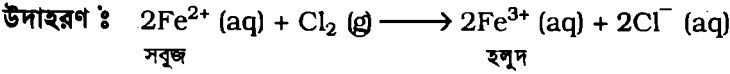
আংশিক পূর্ণ d-অরবিটাল যুক্ত আয়ন সৃষ্টিকারী ধাতুসমূহকে অবস্থান্তর ধাতু বলা হয়। 'অবস্থান্তর' শব্দের অর্থ অবস্থার পরিবর্তনশীলতা। গ্রুপ IA ও গ্রুপ IIA ধাতুসমূহ অর্থাৎ s-ব্লক ধাতুসমূহের জারণ অবস্থা স্থির। কিন্তু d-ব্লকভুক্ত অবস্থান্তর ধাতুর জারণ অবস্থা বিভিন্ন বিক্রিয়াকালে স্থির থাকে না বরঞ্চ পরিবর্তনশীল হয়। জারণ অবস্থা পরিবর্তনের সাথে তাদের বর্ণেরও পরিবর্তন ঘটে। এ পরিবর্তনের মূলে রয়েছে d-অরবিটালসমূহের ইলেকট্রনের মধ্যে শক্তির ন্যূনতম পার্থক্য।



Fe^{2+} আয়নের যৌগের বর্ণ সবুজ; যেমন, Fe(OH)_2 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ।

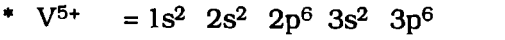
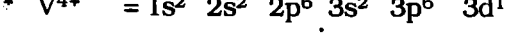
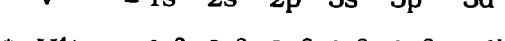
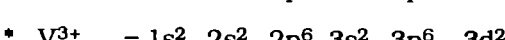
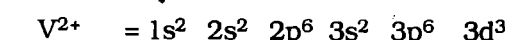
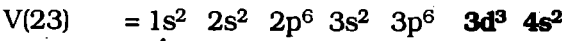
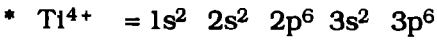
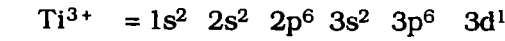
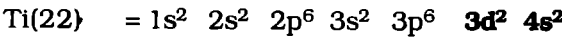
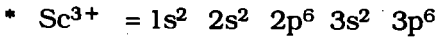
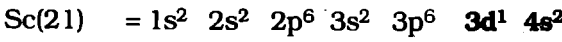
Fe^{3+} আয়নের যৌগের বর্ণ বাদামি; যেমন, Fe(OH)_3 ; অথবা হলুদ, যেমন, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ।

জারণ মানের পরিবর্তনের সাথে এদের যৌগের বা আয়নের বর্ণের পরিবর্তন নিম্নে দেখানো হল। তাই অবস্থান্তর ধাতুর এরূপ নামকরণ যুক্তিযুক্ত হয়েছে। যেমন,

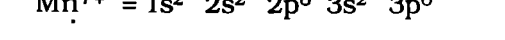
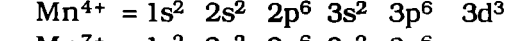
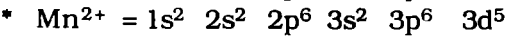
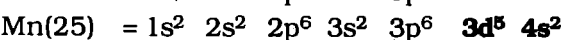
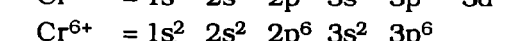
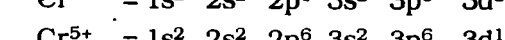
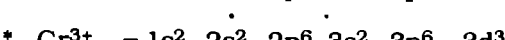


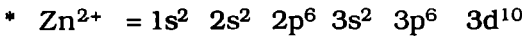
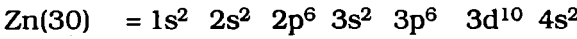
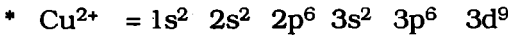
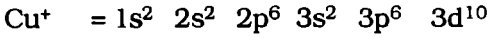
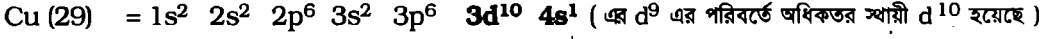
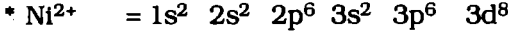
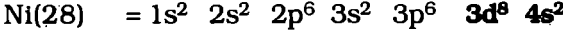
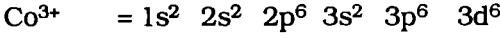
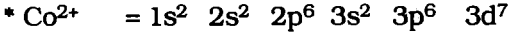
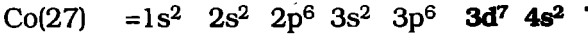
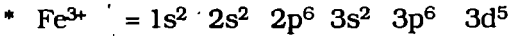
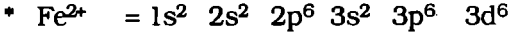
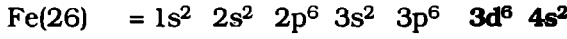
(খ) 3d-ব্লক মৌলের পরমাণুর ও তাদের বিভিন্ন আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস :

নিম্নে প্রথম অবস্থান্তর সিরিজের স্ক্যান্ডিয়াম (Sc) থেকে কপার (Cu) পর্যন্ত মৌলের ও তাদের সরল আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হল। এদের সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাস হল (Ar) $3d^{1-10} 4s^{1-2}$:



(এর d^4 এর পরিবর্তে অধিকতর স্থায়ী d^5 হয়েছে)





বিঃ দ্রঃ (তারকা) * চিহ্নিত আয়নসমূহের জারণ অবস্থা অধিকতর স্থিতিশীল অবস্থা বোঝানো হয়েছে।

৩.২ প্রথম অবস্থান্তর মৌল (বা 3d ব্লক মৌল) সমূহের ভৌত ধর্ম

Physical properties of first transition metals Or 3d-block elements

১। অবস্থান্তর মৌলের ধাতব প্রকৃতি : প্রথম অবস্থান্তর ধাতব মৌলসমূহ বেশ শক্ত, এদের ঘনত্ব খুব বেশি, এরা তাপ ও বিদ্যুৎ সুপরিবাহী এবং যান্ত্রিক গুণসম্পন্ন। অবস্থান্তর মৌলসমূহের গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক ও গলনের স্ট্যাডার্ড এনথালপি s-ব্লকের মৌলসমূহ অপেক্ষা বেশি। এসব ভৌত ধর্ম থেকে বোঝা যায় যে, s-ব্লক মৌলসমূহের তুলনায় d-ব্লক মৌলসমূহে ধাতব বন্ধন অধিক শক্তিশালী। কারণ, অবস্থান্তর মৌলের ক্ষেত্রে ধাতব বন্ধন গঠনে s অরবিটাল ও d- অরবিটালের ইলেকটনসমূহ একত্রে সঞ্চরণশীল থাকে।

২। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : অবস্থান্তর মৌলের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক তাদের প্রোটন সংখ্যার ক্রম অনুসারে প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে ভ্যানাডিয়ামে সর্বাধিক হয়; এর পর হ্রাস পেয়ে ম্যাঙ্গানিজের বেলায় হঠাৎ পার্থক্যটা খুব বেশি হয়। এরপর আবার আয়রনের বেলায় বৃদ্ধি পায় এবং পরবর্তী মৌলগুলোর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের ক্রম হ্রাস ঘটে। ম্যাঙ্গানিজের বেলায় পরমাণুতে d-অরবিটালসমূহ পাঁচটি ইলেকটন দ্বারা অর্ধপূর্ণ থাকে। অধিকতর স্থায়ী অর্ধপূর্ণ d-অরবিটালের ইলেকটনসমূহ ধাতব বন্ধন গঠনের জন্য কম পরিমাণে সঞ্চরণশীল হতে পারে। ফলে Mn এর ধাতব বন্ধন এর বামদিকের মৌল Cr এবং ডানদিকের মৌল Fe এর তুলনায় দুর্বল হয় বলে গলনাঙ্কও কম হয়। নিম্নে এদের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের সারণি দেয়া হল।

সারণি-৩.২ : 3d-ব্লক মৌলের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক।

ভৌত ধর্ম	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
গলনাঙ্ক :	1539°C	1668°C	1900°C	1875°C	1245°C	1536°C	1495°C	1452°C	1085°C
স্ফুটনাঙ্ক :	2730°C	3260°C	3450°C	2665°C	2150°C	3000°C	2900°C	2730°C	2310°C

৩। অবস্থান্তর ধাতুসমূহ প্যারাম্যাগনেটিক : যে পদার্থসমূহ চুম্বক ক্ষেত্র দ্বারা দুর্বলভাবে আকর্ষিত হয় তাদেরকে প্যারাম্যাগনেটিক বলে। যে কোন পদার্থ, যাদের পরমাণুতে বিজোড় বা অযুগ্ম ইলেকটন থাকে; তারা প্যারাম্যাগনেটিক হয়ে থাকে। কারণ পরমাণুতে অযুগ্ম ইলেকটনের ঘূর্ণন বা স্পিনিং-এর ফলে ম্যাগনেটিক মোমেন্ট বা ভ্রামকের সৃষ্টি হয়। অবস্থান্তর ধাতুর যে সব আয়নে অযুগ্ম d- ইলেকটন থাকে, এরা প্যারা চুম্বকীয় বা প্যারাম্যাগনেটিক হয়ে থাকে। যে আয়নে যত বেশি সংখ্যক অযুগ্ম d-অরবিটাল ইলেকটন থাকে, সে আয়ন তত বেশি প্যারাম্যাগনেটিক হয়। আয়রন, কোবাল্ট ও নিকেল হল ফেরোম্যাগনেটিক (ferromagnetic) অর্থাৎ এরা চুম্বকক্ষেত্র দ্বারা প্রবলভাবে আকৃষ্ট হয়। যে পদার্থ চুম্বকক্ষেত্র দ্বারা বিকর্ষিত হয়, তাদেরকে ডায়াম্যাগনেটিক বলে। এদের পরমাণুতে অযুগ্ম ইলেকটন থাকে না। জিংক ধাতু হল ডায়াম্যাগনেটিক।

৪। অবস্থান্তর মৌলের ব্যবহার : আয়রন সবচেয়ে প্রয়োজনীয় ধাতু। আয়রনের সাথে 1% কার্বন ও বিভিন্ন অবস্থান্তর ধাতু যেমন, ভ্যানাডিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ, কোবাল্ট ও নিকেল বিভিন্ন অনুপাতে মিশ্রিত করে বিভিন্ন শ্রেণীর যে ধাতু সংকর তৈরি করা হয় তাদেরকে ইস্পাত বলে। ঢালাই স্টেইন থেকে ইস্পাত তৈরিতে স্পাইজেল (spiegel) নামক একটি ধাতু সংকর ব্যবহৃত হয়। এতে আয়রন (79 - 89%), ম্যাঙ্গানিজ (15 - 5%) ও কার্বন (6%) থাকে। এক্ষেত্রে স্পাইজেলের C, Mn প্রথমত বিজারকরূপে অক্সিজেন অপসারণ করে; দ্বিতীয়ত ইস্পাতের প্রয়োজনীয় C যোগান দেয়। নিম্নে এরূপ কিছু ইস্পাত বা আয়রন-ধাতু সংকরের সংযুক্তি ও ব্যবহার উল্লেখ করা হল।

সারণি ৩.৩ : কতিপয় ইস্পাত ও সংকর ইস্পাত।

কার্বন ইস্পাত	সংযুক্তিতে % কার্বন	ব্যবহার
১। স্বল্প কার্বন ইস্পাত :	<0.3	১। বয়লার প্লেইট তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
২। মধ্যম কার্বন ইস্পাত :	0.3 - 0.7	২। মোটর পরিবহন তৈরি করা হয়।
৩। উচ্চ কার্বন ইস্পাত :	0.7-1.5	৩। কাটিং টুলস, গার্ডলার প্রস্তুতি।
সংকর ইস্পাত	ধর্ম	ব্যবহার
১। টাইটেনিয়াম ইস্পাত :	১। উচ্চ গলনাঙ্কবিশিষ্ট।	১। গ্যাস টার্বাইন, স্পেসক্রাফট তৈরি।
২। টাংস্টেন ইস্পাত : 18%W, 1%C, 81% Fe	২। উচ্চ গলনাঙ্কবিশিষ্ট ও শক্ত।	২। উচ্চ ঘূর্ণন যন্ত্রপাতি তৈরি করা হয়।
৩। ক্রোমিয়াম ইস্পাত : 2% Cr, 1%C, 97% Fe	৩। শক্ত, ঘর্ষণরোধী।	৩। বল বিয়ারিং প্রস্তুত করতে ক্রোমিয়াম ইস্পাত ব্যবহৃত হয়।
৪। কোবাল্ট ইস্পাত : 9% Co, 1%C, 90% Fe	৪। শক্ত ও উচ্চ চৌম্বিক গুণবিশিষ্ট।	৪। কোবাল্ট ইস্পাত দ্বারা বল বিয়ারিং ও স্থায়ী চুম্বক তৈরি করা হয়।
৫। ম্যাঙ্গানিজ ইস্পাত : 13% Mn, 1%C, 86% Fe	৫। ঘর্ষণরোধী ও অত্যন্ত শক্ত।	৫। ম্যাঙ্গানিজ ইস্পাত উপগ্রহের যন্ত্রপাতি; রেল লাইন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।
৬। মরিচাহীন ইস্পাত : 18%Cr, 8%Ni, 1%C, 73% Fe.	৬। মরিচারোধী।	৬। কাটলারি, গাড়ির যন্ত্রাংশ, থালা বাসন, সিংক, ডাক্তারি যন্ত্রপাতি, ওষুধাদি ও রাসায়নিক শিল্পক্ষেত্রে মরিচাহীন ইস্পাত ব্যবহৃত হয়।
৭। নিকেল ইস্পাত : 5% Ni, 1%C, 94% Fe	৭। দৃঢ়, স্থিতিস্থাপক ও মরিচারোধী।	৭। নিকেল ইস্পাত দিয়ে ক্যাবল, বিমান, অটোমোবাইলের যন্ত্রাংশ ও বন্দুক তৈরি করা হয়।
৮। প্রাটিনাইট : 46% Ni, 1%C, 53% Fe	৮। প্রসারণ গুণাঙ্ক কাচের সমান।	৮। প্রাটিনাইট দ্বারা ইলেকট্রিক ভাল্ব ও রেডিও ভাল্ব তৈরি করা হয়।
৯। ক্রোম ভ্যানাডিয়াম ইস্পাত : 1% Cr, 1%C, 15% V, 83%Fe	৯। শক্ত ও স্থিতিস্থাপক।	৯। ক্রোম ভ্যানাডিয়াম ইস্পাত স্প্রিং, যন্ত্রপাতির অক্ষদণ্ড বা এঞ্জল, মোটর গাড়ির ফ্রেম তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(ক) টাইটেনিয়াম ধাতুর ব্যবহার :

(১) ইস্পাতের মত টাইটেনিয়াম ধাতুর ভারবাহিতা গুণ আছে। এছাড়া টাইটেনিয়াম ধাতুর ইস্পাতের তুলনায় আরো দৃঢ় সুবিধা আছে; যেমন, ইস্পাতের চেয়ে টাইটেনিয়াম হালকা এবং টাইটেনিয়াম ধাতু সহজে ক্ষয় হয় না। অ্যালুমিনিয়াম হালকা বটে; তবে অ্যালুমিনিয়ামের চেয়ে টাইটেনিয়াম অধিক শক্ত ও মজবুত।

(২) মহাশূন্য ক্যাপসুল টাইটেনিয়াম ধাতু দ্বারা তৈরি করা হয়। মহাশূন্যযান পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলে পুনঃপ্রবেশের সময় ঘর্ষণজনিত উচ্চ তাপমাত্রা সৃষ্টি হয়। এ উচ্চ তাপমাত্রা ইস্পাতের চেয়ে টাইটেনিয়াম অধিক সহ্য করতে পারে।

(৩) নিউক্লিয়ার চুল্লি, হার্টের পেচমেকার, হিপ-জয়েন্ট প্রতিস্থাপন ও রাসায়নিক প্ল্যান্ট প্রভৃতি টাইটেনিয়াম দ্বারা তৈরি করা হয়।

(৪) প্রাচীন দর্শনীয় ইমারত, সৌধ, স্মৃতি সৌধ ইত্যাদিতে ব্যবহৃত ইস্পাতের অংশ দীর্ঘ সময়ের ব্যবধানে মরিচায়ুক্ত হয়ে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। সে সব ক্ষেত্রে ইস্পাতের বদলে বর্তমানে টাইটেনিয়াম ধাতু ব্যবহার করে ঐ অসুবিধা দূর করা সম্ভব। টাইটেনিয়াম ধাতু প্রাকৃতিক কারণজনিত ক্ষয়ক্ষতি প্রতিরোধে সক্ষম।

(৫) TiO_2 রেডিও, টেলিভিশনের ক্ষুদ্র যন্ত্রাংশ ও সাদা রং প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

(খ) ইস্পাত তৈরিতে অবস্থান্তর ধাতুর ব্যবহার :

(১) ভ্যানাডিয়াম, ক্রোমিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ, কোবাল্ট, নিকেল প্রভৃতি অবস্থান্তর ধাতু বিভিন্ন গুণসম্পন্ন ইস্পাত তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(গ) সংকর ধাতু তৈরিতে অবস্থান্তর ধাতুর ব্যবহার :

(১) কপার ধাতুর ব্যবহারের মধ্যে ব্রোঞ্জ-(90%Cu, 10%Sn), ব্রাস (80%Cu, 20%Zn), গানমেটাল (88%Cu, 10%Sn, 2%Zn) প্রভৃতি ধাতু সংকর, মুদ্রা প্রস্তুতি এবং শিল্পক্ষেত্রেও বৈদ্যুতিক তার প্রভাবকরূপে ব্যবহার ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য।

৩.২.১ প্রথম অবস্থান্তর মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম Chemical Properties of first transitional elements

১। অবস্থান্তর মৌলসমূহের পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা :

জারণ অবস্থা : আয়নিক যৌগ গঠনকালে অবস্থান্তর ধাতব পরমাণু যতটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে অথবা অক্সো আয়ন গঠনকালে সমযোজী বন্ধনে যতটি ইলেকট্রন শেয়ার করে; ফলে ঐ ইলেকট্রন সংখ্যার বিপরীতে সৃষ্ট ধনাত্মক চার্জ সংখ্যাকে ধাতুটির জারণ অবস্থা বলে।

3d-ব্লক মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস হল $(Ar) 3d^{1-10} 4s^{1-2}$ । এসব ধাতুর 4s অরবিটালের ইলেকট্রন দুটি অপসারণের পর পরবর্তী 3d অরবিটালের ইলেকট্রনও অপসারিত হয়ে আয়নিক বন্ধন অথবা অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক O-পরমাণুর সাথে ইলেকট্রন যুগল শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হতে পারে। 3d ও 4s অরবিটালের শক্তির পার্থক্য 3s ও 3p অরবিটালের শক্তির পার্থক্যের তুলনায় অনেক কম। তাই অবস্থান্তর মৌলসমূহ পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা সহকারে বিভিন্ন যৌগ গঠন করে থাকে। যেমন,

Cr এর বিভিন্ন যৌগ :	$CrCl_2$	$CrCl_3$	K_2CrO_4 পটাসিয়াম ক্রোমেট	$K_2Cr_2O_7$ পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট	
Cr এর জারণ অবস্থা →	+2	+3	+6	+6	
Mn এর বিভিন্ন যৌগ :	$MnCl_2$	Mn_2O_3	MnO_2	K_2MnO_4 পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট	$KMnO_4$ পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট
Mn এর জারণ অবস্থা →	+2	+3	+4	+6	+7
Fe এর বিভিন্ন যৌগ :	FeO	Fe_2O_3			
Fe এর জারণ অবস্থা →	+2	+3			

3d-ব্লক মৌলসমূহ কর্তৃক প্রদর্শিত জারণ অবস্থা নিম্নে দেয়া হল [সারণি-৩.৪]। এদের স্থায়ী জারণ অবস্থাগুলোকে 'মোটা হরফ' দ্বারা বোঝানো হল এবং খুব কম সংখ্যক যৌগে প্রদর্শিত জারণ অবস্থাকে 'প্রথম বন্ধনীর' মধ্যে দেখানো হয়েছে।

সারণি ৩.৪ : 3d-অবস্থান্তর মৌলসমূহের বিভিন্ন সম্ভাব্য জারণ অবস্থা :

$3d^1 4s^2$	$3d^2 4s^2$	$3d^3 4s^2$	$3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$	$3d^{10} 4s^1$	$3d^{10} 4s^2$
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
+3	(+2) +3 +4	+2 +3 +4 +5	+2 +3 (+4) (+5) +6	+2 +3 +4 (+6) +7	+2 +3 (+4) (+6)	+2 +3 (+4)	+2 +3 (+3)	+1 +2	+2

d-ব্লক মৌলের জারণ-অবস্থা: এক-একক করে বাড়ে; কিন্তু p-ব্লক মৌলের জারণ-অবস্থা দুই-একক করে বাড়ে। একে নিষ্ক্রিয় যুগল ফলাফল (inert-pair effect) বলা হয়। যেমন, ফসফরাস (p-ব্লক) এর জারণ অবস্থা হয় +3, +5; কিন্তু আয়রন (d-ব্লক) এর জারণ-অবস্থা +2, +3 হয়।

3d-ব্লক মৌলের জারণ অবস্থার বৈশিষ্ট্য :

- (১) 3d মৌলসমূহের প্রথম মৌল স্ক্যান্ডিয়াম (Sc) এবং শেষ মৌল জিংক (Zn) এর একটি মাত্র জারণ সংখ্যা আছে। Sc এর বেলায় +3 এবং Zn এর বেলায় +2 হয়; যেমন, $Sc^{3+}(aq)$ এবং $Zn^{2+}(aq)$ ।
- (২) স্ক্যান্ডিয়াম ছাড়া অন্য সব মৌলের +2 জারণ সংখ্যা এবং জিংক ছাড়া অন্য সব মৌলের +3 জারণ সংখ্যা আছে। এদের উদাহরণ হল M_2O_3 , MF_3 , $M^{3+}(aq)$ । তবে ম্যাঙ্গানিজ, নিকেল ও কপারের বেলায় কম সংখ্যক যৌগে +3 জারণ অবস্থা থাকে। কপারের বেলায় +3 জারণ অবস্থা খুবই অস্থিতিশীল।
- (৩) একমাত্র কপারের বেলায় +1 জারণ সংখ্যার যৌগ দেখা যায়; যেমন, $Cu_2O(s)$, $CuCl(s)$ ।
- (৪) এ সব মৌলের জারণ অবস্থা Sc থেকে ক্রমে বৃদ্ধি পেয়ে Mn এর বেলায় সর্বোচ্চ জারণ অবস্থা +7 হয়। তখন 3d এবং 4s এর সব ইলেকট্রন ব্যবহৃত হয় (Ti এর +4, V এর +5 এবং Cr এর +6 হয়)।
- (৫) Mn এর পর Fe থেকে অন্য সব মৌলের জারণ সংখ্যা কমতে থাকে। এর কারণ, Mn এর বেলায় 3d অরবিটাল অর্ধপূর্ণ হওয়ার পর মৌলের প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে 3d ইলেকট্রনের ওপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বৃদ্ধি পেতে থাকে; ফলে পরমাণুর আকার ছোট হয় এবং আয়নীকরণ শক্তি ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।
- (৬) নিম্ন জারণ অবস্থায় অবস্থান্তর মৌলের যৌগসমূহ আয়নিক যৌগ হয় এবং উচ্চতর জারণ অবস্থা বৃদ্ধির সাথে সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি পায়।
- (৭) অবস্থান্তর ধাতুর ফ্লোরাইড ও অক্সাইড গঠনে ধাতুর জারণ অবস্থা সর্বোচ্চ হয়।

২। প্রভাবকরূপে অবস্থান্তর মৌল ও তাদের যৌগসমূহ :

প্রভাবকের সংজ্ঞা : যে বস্তু কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের সংস্পর্শে থেকে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি বা হ্রাস করে। কিন্তু বিক্রিয়ার পরে ভরে ও সংযুক্তিতে অপরিবর্তিত থাকে, তাকে ঐ বিক্রিয়ার প্রভাবক বলে। অবস্থান্তর মৌলসমূহ এবং তাদের বেশ কিছু যৌগ বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় প্রভাবকরূপে কাজ করে। যেমন, Pt, Ni, Fe, Cr, V_2O_5 , MnO_2 ইত্যাদি রাসায়নিক শিল্পে প্রভাবকরূপে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে থাকে।

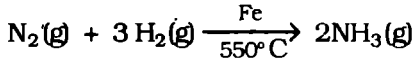
অবস্থান্তর মৌলের প্রভাবন ক্ষমতার উৎস : (১) অবস্থান্তর মৌলগুলো তাদের অপূর্ণ d অরবিটাল ব্যবহার করে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী বস্তুসমূহের সক্রিয়করণের মাধ্যমে তাদের প্রভাবন ক্ষমতা প্রকাশ

করে। (২) অবস্থান্তর মৌলগুলো বিভিন্ন জারণ অবস্থা প্রদর্শনে সক্ষম এবং তাদের পক্ষে বিভিন্ন অস্থায়ী মধ্যম-উৎপাদ (Intermediate Product) সৃষ্টি করাও সম্ভব। মধ্যম-উৎপাদ গঠনের মাধ্যমে এরা সঞ্চিত বিক্রিয়ার জন্য নিম্ন শক্তি সম্পন্ন পথ সৃষ্টি করে দেয়। তখন সঞ্চিত বিক্রিয়া কম তাপমাত্রায় সহজে ঘটতে পারে।

অবস্থান্তর ধাতুর প্রভাবন ক্রিয়া অসমসঙ্গীয় ও সমসঙ্গীয় –এ দুই ফেজ বা সাম্যাবস্থায় ঘটতে পারে। প্রভাবক ও বিক্রিয়কসহ সকল পদার্থ একই ফেজ বা সাম্যাবস্থায় থাকলে তা হবে সমসঙ্গীয় প্রভাবন এবং ভিন্ন অবস্থায় থাকলে তা হবে অসমসঙ্গীয় প্রভাবন। অসমসঙ্গীয় প্রভাবনে (i) পৃষ্ঠতলে অধিশোষণ ও (ii) অন্তর্বর্তী যৌগ গঠন প্রক্রিয়া ঘটে। সমসঙ্গীয় প্রভাবনে কেবল অন্তর্বর্তী যৌগ গঠন প্রক্রিয়া ঘটে।

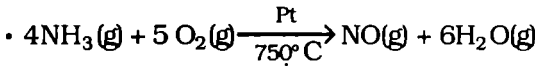
(ক) অসমসঙ্গীয় প্রভাবন : এক্ষেত্রে অবস্থান্তর ধাতু ও এদের যৌগ সূক্ষ্ম গুঁড়া অবস্থায় থাকে। কয়েকটি রাসায়নিক পদার্থের শিল্পভিত্তিক উৎপাদনে ব্যবহৃত প্রভাবক নিয়ে উল্লেখ করা হল :

১। হেবার পদ্ধতিতে N_2 ও H_2 থেকে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপাদনে প্রভাবকরূপে আয়রন গুঁড়া ব্যবহৃত হয়।



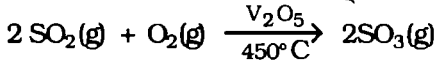
এক্ষেত্রে N_2 , H_2 উল্লভ Fe এর তলে অধিশোষিত হয়। তখন এদের বন্ধন শিথিল হয় এবং নতুন অণু সহজে সৃষ্টি হয়।

২। অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক এসিড উৎপাদনের প্রথম অবস্থায় অ্যামোনিয়াকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপাদন করা হয়। এক্ষেত্রে প্রভাবকরূপে প্লাটিনাম গুঁড়া ব্যবহৃত হয়।



এক্ষেত্রে NH_3 , O_2 উল্লভ Pt এর তলে প্রথমে অধিশোষিত হয় এবং অণুগুলোর মধ্যে সহজে বিক্রিয়া ঘটে।

৩। সর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিড উৎপাদনের প্রথম অবস্থায় SO_2 গ্যাসকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা SO_3 গ্যাসে জারিত করার কাজে প্রভাবকরূপে ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইড (V_2O_5) ব্যবহৃত হয়।

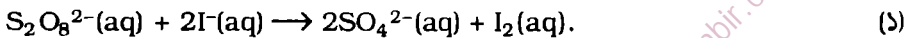


এক্ষেত্রে $SO_2 + V_2O_5 \rightarrow SO_3 + V_2O_4$
 $2V_2O_4 + O_2 \rightarrow 2V_2O_5$

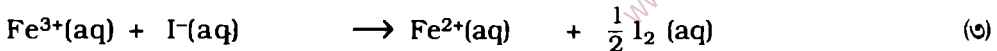
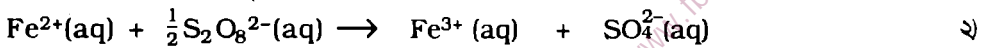
৪। উত্তীর্ণ তৈল থেকে হাইড্রোজেনেশন বা হাইড্রোজেন সংযোজন বিক্রিয়ায় কৃত্রিম ঘি যেমন, ডালডা, বনস্পতি, পাকোয়ান প্রভৃতি উৎপাদনে প্রভাবকরূপে নিকেল চূর্ণ ব্যবহৃত হয়।

(খ) সমসঙ্গীয় প্রভাবন : এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক এবং প্রভাবক আয়নরূপে দ্রবণে থাকে। তখন পরিবর্তনশীল জারণ-সংখ্যার প্রভাবক আয়ন বিক্রিয়ার বিভিন্ন স্তরে 'মধ্যম-উৎপাদ' গঠন করে বিক্রিয়ার সক্রিয় শক্তি হ্রাস করে এবং বিক্রিয়ার শেষ পর্যায়ে পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। যেমন,

(১) পার অক্সো-ডাইসালফেট আয়ন ($S_2O_8^{2-}$) দ্বারা আয়োডাইড আয়ন (I^-)-এর জারণ নিম্ন মতে ঘটে।



এক্ষেত্রে দুটি ঋণাত্মক আয়নের মধ্যে জারণ-বিজারণ ঘটেছে। যদি Fe (II) আয়ন এক্ষেত্রে প্রভাবকরূপে ব্যবহৃত হয়; তখন উক্ত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপে দুটি 'ভিন্ন গতিপথ' অনুসরণ করে জারণ-বিজারণ সম্পন্ন করে। যেমন,

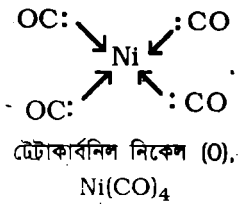
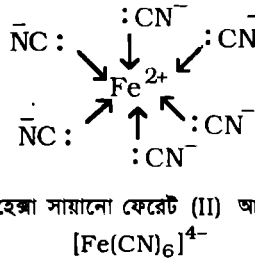
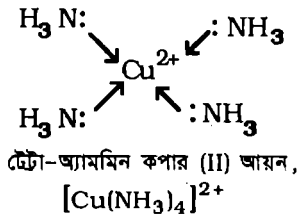


উল্লেখ্য 'ভিন্ন গতিপথ' অনুসৃত কালে দুটি বিপরীত চার্জযুক্ত আয়নের মধ্যে নিম্ন সক্রিয় শক্তি সহযোগে (২) নং বিক্রিয়া দ্বারা পূর্বের বিক্রিয়াটি সম্পন্ন হয়েছে। (৩) নং বিক্রিয়া দ্বারা পুনরায় Fe^{2+} আয়ন সৃষ্টি হয়েছে।

৩। অবস্থান্তর মৌলসমূহের জটিল আয়ন বা যৌগ গঠন :

জটিল যৌগ বা সন্নিবেশ যৌগ গঠন অবস্থান্তর মৌলসমূহের অন্যতম বৈশিষ্ট্য। অবস্থান্তর ধাতুর পরমাণু বা আয়ন এর খালি অরবিটালের সাথে অপর কোন নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল যুক্ত আয়ন বা অণু সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে জটিল কাঠামোর আয়ন বা জটিল আয়ন গঠন করে। জটিল আয়ন বিশিষ্ট যৌগকে জটিল যৌগ বলে। জটিল আয়ন বা জটিল যৌগ গঠনকালে নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল প্রদানকারী পরমাণু, আয়ন বা যৌগ অণুকে দাতা বা লিগ্যান্ড (ligand) বলা হয়। সাধারণ লিগ্যান্ড হল $:NH_3$, H_2O , $:Cl$, $:CN^-$ ইত্যাদি। নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল গ্রহণকারী ধাতব পরমাণু বা আয়ন এর খালি d-অরবিটালে বা পরবর্তী খালি s, p অথবা d এর সংকর অরবিটালে ইলেকটন যুগলকে গ্রহণ করে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে থাকে। চতুর্থ পর্যায়ের অবস্থান্তর ধাতুর খালি 3d, 4s, 4p ও 4d অরবিটালসমূহে লিগ্যান্ড প্রদত্ত ইলেকটন যুগলসমূহ বন্ধন গঠনকালে বিভিন্ন প্রকার সংকরণ ঘটায়।

উদাহরণ : নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল যুক্ত প্রশম অণু যেমন, অ্যামোনিয়া ($:NH_3$) এর সাথে Cu^{2+} আয়ন সন্নিবেশ বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে টেট্রাঅ্যামিন কপার (II) আয়ন নামক ধনাত্মক জটিল আয়ন গঠন করতে পারে; যেমন, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ । আবার ঋণাত্মক চার্জযুক্ত CN^- আয়ন এর সাথে Fe^{2+} আয়ন সন্নিবেশ বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে ঋণাত্মক জটিল আয়ন সৃষ্টি করতে পারে; যেমন, $[Fe(CN)_6]^{4-}$ । আবার অবস্থান্তর Ni ধাতুর পরমাণু চার্জবিহীন CO লিগ্যান্ডসহ জটিল যৌগ যেমন, প্রশম নিকেল কার্বনিল $Ni(CO)_4$ গঠন করতে পারে।



চিত্র ৩.১ : ধনাত্মক জটিল আয়ন, ঋণাত্মক জটিল আয়ন ও প্রশম জটিল অণু গঠন

জটিল যৌগে কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা (oxidation number) ও পরমাণু বা আয়নের সন্নিবেশ সংখ্যা (co-ordination number) নামক দুটি সংখ্যা-মান আছে।

কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা : জটিল যৌগ বা জটিল আয়ন থেকে লিগ্যান্ডগুলো এক সাথে তাদের নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগলসহ কেন্দ্রীয় ধাতব পরমাণু বা আয়ন থেকে সরে যাওয়ার পর ঐ ধাতব পরমাণু বা আয়নে যে চার্জ বর্তমান থাকে, একে ঐ জটিল যৌগে ধাতুটির জারণ সংখ্যা বলা হয়। যেমন, টেট্রাঅ্যামিন কপার (II) আয়ন $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ এর ক্ষেত্রে চার্জবিহীন চারটি NH_3 লিগ্যান্ড অণু সরে গেলে অবশিষ্ট Cu^{2+} আয়ন থাকে এবং এতে দুটি ধনাত্মক চার্জ আছে। তাই এ জটিল আয়নে কেন্দ্রীয় ধাতব Cu পরমাণুর জারণ সংখ্যা হল + 2। তদুপ $[Fe(CN)_6]^{4-}$ এর কেন্দ্রীয় ধাতব পরমাণুর জারণ সংখ্যা + 2।

কেন্দ্রীয় পরমাণুর বা আয়নের সন্নিবেশ সংখ্যা : জটিল যৌগে সন্নিবেশ সংখ্যা বলতে কেন্দ্রীয় ধাতব পরমাণু বা আয়নের সাথে সন্নিবেশ বন্ধনে আবদ্ধ লিগ্যান্ডের পরমাণু সংখ্যাকে বোঝায়। অপর কথায়, জটিল যৌগে ধাতব পরমাণু বা আয়নটি তার খালি অরবিটালে লিগ্যান্ড পরমাণু প্রদত্ত যতটি নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগলের সাথে সন্নিবেশ বন্ধন করতে পারে; তাকে ধাতুটির আয়ন বা পরমাণুর সন্নিবেশ সংখ্যা বলা হয়। সাধারণত জটিল যৌগে কেন্দ্রীয় পরমাণু বা আয়নের 2, 4, 6 সন্নিবেশ সংখ্যা হয়। যেমন, Ag^+ এর সন্নিবেশ সংখ্যা 2, Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} এর 4 এবং Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{3+} , Cr^{3+} ও Pt^{4+} এর 6 সন্নিবেশ সংখ্যা হয়। যেমন, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ এর ক্ষেত্রে Cu^{2+} আয়ন হল কেন্দ্রীয় ধাতব আয়ন এবং NH_3 অণুগুলো হল লিগ্যান্ড। Cu^{2+} এর সাথে চারটি NH_3 অণু নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল দ্বারা সন্নিবেশ বন্ধনে আবদ্ধ হয়েছে। তাই এ জটিল আয়নে Cu^{2+} এর সন্নিবেশ সংখ্যা হল 4; অপরদিকে $[Fe(CN)_6]^{4-}$ এর ক্ষেত্রে Fe^{2+} আয়নের সন্নিবেশ সংখ্যা 6। আবার নিকেল কার্বনিল $Ni(CO)_4$ যৌগে Ni এর সন্নিবেশ সংখ্যা 4।

জটিল আয়নে চার্জ গণনার নিয়ম নিম্নরূপ :

জটিল আয়নের চার্জ সংখ্যা = কেন্দ্রীয় ধাতব পরমাণুর জারণ সংখ্যা + লিগ্যান্ডের মোট চার্জ সংখ্যা;

উদাহরণ; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = (\text{Cu}^{2+} \text{ এর জারণ সংখ্যা}) + (\text{NH}_3 \text{ এর চার্জ সংখ্যা} \times 4) = +2 + 0 \times 4 = +2$

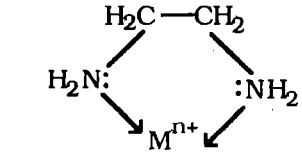
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = (\text{Fe}^{2+} \text{ এর জারণ সংখ্যা}) + (\text{CN-এর চার্জ সংখ্যা} \times 6) = +2 + (-1) \times 6 = -4$

$[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+ = (+3) + (-1) \times 2 + (0) \times 4 = +3 - 2 - 0 = +1$

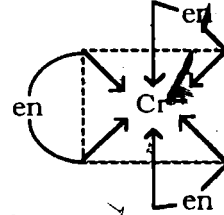
(ক) লিগ্যান্ডের শ্রেণীবিভাগ : প্রত্যেক লিগ্যান্ডে এক বা একাধিক নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকে। যে

লিগ্যান্ডটি কেন্দ্রীয় পরমাণু বা আয়নের সাথে একটি মাত্র সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়, তাকে মনোডেন্টেট (monodentate) বা একদন্তী লিগ্যান্ড বলা হয়। যেমন, NH_3 , CN^- হল মনোডেন্টেট লিগ্যান্ড। আবার ডাইডেন্টেট লিগ্যান্ড বা দ্বিদন্তী লিগ্যান্ড কেন্দ্রীয় পরমাণু বা আয়নের সাথে দু'টি সন্নিবেশ বন্ধন গড়তে পারে। যেমন, ইথেন-1,2- ডাইঅ্যামিন ($\text{H}_2\ddot{\text{N}}\text{CH}_2\text{CH}_2\ddot{\text{N}}\text{H}_2$) হল ডাইডেন্টেট, এটাকে '-en-' দ্বারা লেখা হয়। এক্ষেত্রে অবস্থান্তর ধাতুর আয়নের সাথে উভয় নাইট্রোজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দুটি সন্নিবেশ বন্ধন করতে পারে। এছাড়া ইথেন ডাইঅয়েট আয়ন, $[-\text{O}_2\text{C}-\text{CO}_2^-]$ হল একটি ডাইডেন্টেট।

কিলেটস যৌগ : একই লিগ্যান্ডের দুই প্রান্তের দুই পরমাণু নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা কেন্দ্রীয় অবস্থান্তর ধাতুর আয়নের সাথে দুটি সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করাকে কঁকড়ার কামড় (Greek : chele = crab)-এর সাথে তুলনা করে উৎপন্ন যৌগকে কিলেটস যৌগ (chelates উচ্চারণ key-lates) বলা হয়। যেমন,



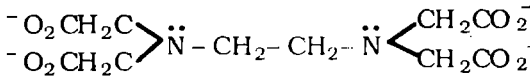
M^{n+} আয়নের সাথে ইথেন-1,2-ডাই অ্যামিন (ডাইডেন্টেট) দ্বারা সৃষ্ট জটিল কিলেটস আয়ন।



টিস্ (ইথেন-1,2-ডাইঅ্যামিন) ক্রোমিয়াম (iii) আয়ন, $[\text{Cr}(\text{en})_3]^{3+}$ (কিলেটস আয়ন)

চিত্র ৩.২ : দ্বিদন্তী লিগ্যান্ড দ্বারা সৃষ্ট জটিল কিলেটস আয়ন

ডাইডেন্টেট ছাড়া অন্য পলিডেন্টেট লিগ্যান্ডের মধ্যে একটি উল্লেখযোগ্য লিগ্যান্ড হল 1, 2- bis [bis (carboxy methyl) amino] ethane সংক্ষেপে edta (পুরাতন নাম ethylene diamine tetraacetic acid এর সংক্ষিপ্ত রূপ)। এর আয়নে চারটি অক্সিজেন পরমাণুতে ও দুটি নাইট্রোজেন পরমাণুতে অর্থাৎ ছয়টি পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল আছে। তাই এই লিগ্যান্ড (edta) ছয়টি সন্নিবেশ বন্ধন করতে পারে। এর গঠন সংকেত নিম্নরূপ : জিংক আয়ন এবং অনেক ধাতব আয়ন এর পরিমাণ নির্ণয়ে edta দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করা হয়।



(খ) জটিল আয়নের সংকেত লিখন : (১) প্রথমে কেন্দ্রীয় পরমাণু, এর পর অ্যানায়ন লিগ্যান্ড ও শেষে নিরপেক্ষ লিগ্যান্ড লিখতে হয়। (২) জটিল আয়নকে তৃতীয় বন্ধনী দ্বারা ঘিরে রাখা হয়। যেমন, $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$, এ জটিল আয়নের নাম হল টেট্রাঅ্যাম্মিন ডাইক্লোরো কোবাল্ট (III) আয়ন।

(গ) জটিল যৌগের নামকরণের বেলায় : (১) প্রথমে লিগ্যান্ডের নাম ও সংখ্যা এবং শেষে ধনাত্মক জটিল আয়নের বেলায় কেন্দ্রীয় পরমাণুর নাম ও জারণ সংখ্যা লিখতে হয়। (২) একাধিক লিগ্যান্ডকে তাদের ইংরেজি নামের বর্ণ ক্রমানুসারে এবং সংখ্যাকে ডাই, ট্রাই, ট্রেটা, পেপ্টা, হেক্সা ইত্যাদি উপসর্গ দ্বারা লিখতে হয়। (৩) চার্জ নিরপেক্ষ লিগ্যান্ড যেমন, পানি অণু (H_2O) জটিল আয়নে যুক্ত থাকলে তখন নামকরণে তাকে 'অ্যাকুয়া' ;

অ্যামোনিয়া অণু (NH_3) থাকলে তাকে অ্যাম্মিন, কার্বন মনোক্সাইড (CO) থাকলে কার্বনিল লেখা হয়। ঋণাত্মক আয়ন লিগ্যান্ড হলে এর নামের শেষে ঔকার যুক্ত হয়। যেমন, OH^- আয়ন লিগ্যান্ডকে হাইড্রক্সো, Cl^- আয়নকে ক্লোরো, CN^- আয়নকে সায়ানো, নাইট্রাইট (NO_2^-) আয়নকে নাইট্রো, থায়োসায়ানেট (SCN^-) আয়নকে থায়োসায়ানেটো, SO_4^{2-} আয়নকে সালফেটো রূপে লেখা হয়। যেমন,

$[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ এর নাম হল টেট্রাঅ্যাম্মিন ডাইক্লোরো ক্রোমিয়াম (III) আয়ন।

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ এর নাম হল হেক্সা অ্যাম্মিন কোবাল্ট (III) আয়ন।

(৩) জটিল আয়নটি অ্যানায়ন হলে ধাতুর নামের শেষে-এট (-ate) বসে, যেমন, জিংকট, ক্রোমেট। যদি ধাতুটির ল্যাটিন নাম হয়, তবে ল্যাটিন নামের শেষে '-এট' বসে। যেমন, ফেরেট, কিউপ্রেট, আর্জেন্টেট।

$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ এর নাম হল হেক্সাসায়ানো ফেরেট (II) আয়ন।

$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ এর নাম হল ডাইসায়ানো আর্জেন্টেট (I) আয়ন।

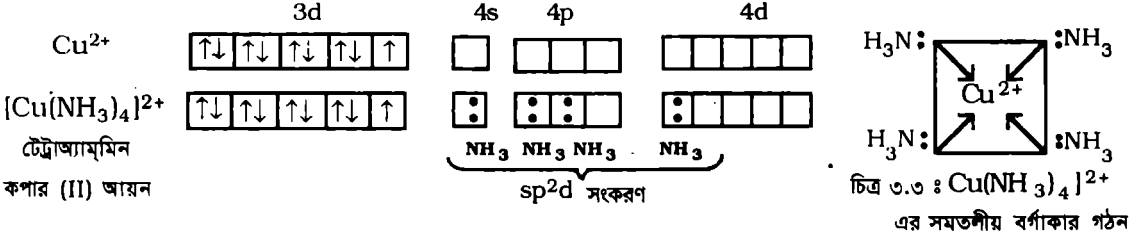
নিচে সারণি-৩.৫-এ বিভিন্ন লিগ্যান্ডের নাম, লিগ্যান্ডের জটিল নামের রূপ, উদাহরণ সংকেতসহ দেয়া হল।

সারণি ৩.৫ : জটিল যৌগের নামকরণ পদ্ধতি

জটিল আয়নে লিগ্যান্ড	জটিল আয়নে লিগ্যান্ডের নাম	জটিল আয়ন (যৌগ) এর সংকেত	জটিল আয়ন বা যৌগের নাম
পানি, H_2O	অ্যাকুয়া, Aqua	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	হেক্সাঅ্যাকুয়া ক্রোমিয়াম (III) আয়ন Hexaaquachromium(III) ion
অ্যামোনিয়া, : NH_3	অ্যাম্মিন, Ammine	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	ডাই অ্যাম্মিন সিলভার (I) আয়ন Diamminesilver (I) ion
কার্বন মনোক্সাইড, : $\text{C}=\text{O}$	কার্বনিল, Carbonyl	$\text{Ni}(\text{CO})_4$	টেট্রাকার্বনিল নিকেল (0) Tetracarbonylnickel (0)
হাইড্রক্সাইড আয়ন, : OH^-	হাইড্রক্সো, Hydroxo	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	টেট্রাহাইড্রক্সো জিংকট (II) আয়ন Tetrahydroxozincate (II) ion
ক্লোরাইড আয়ন, : Cl^-	ক্লোরো, Chloro	$[\text{CuCl}_4]^{2-}$	টেট্রাক্লোরো কিউপ্রেট (II) আয়ন Tetrachlorocuprate (II) ion
সায়ানাইড আয়ন, : $\text{C}\equiv\text{N}^-$	সায়ানো, Cyano	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	হেক্সাসায়ানো ফেরেট (III) আয়ন Hexacyanoferrate (III) ion
নাইট্রাইট আয়ন, : NO_2^-	নাইট্রো, Nitro	$\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$	হেক্সানাইট্রো কোবাল্টেট (III) আয়ন Hexanitrocobaltate(III) ion
থায়োসায়ানেট, SCN^-	থায়োসায়ানেটো Thiocyanato	$[\text{FeSCN}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$	পেন্টাঅ্যাকুয়া থায়োসায়ানেটো আয়রন (III) আয়ন Pentaaquathiocyanatoiron (III) ion
সালফেট আয়ন, SO_4^{2-}	সালফেটো, Sulphato	$[\text{CoSO}_4(\text{NH}_3)_4]^+$	টেট্রাঅ্যাম্মিন সালফেটো কোবাল্ট (III) আয়ন Tetraamminesulphatocobalt (III) ion
অক্সালেট, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	অক্সালেটো Oxalato	$[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$	ট্রাইঅক্সালেটো ফেরেট (III) আয়ন Trioxalatoferrate (III) ion
Cl^- , NH_3	মিশ্র লিগ্যান্ড : ক্লোরো, অ্যাম্মিন	$[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$	টেট্রাঅ্যাম্মিন ডাইক্লোরো কোবাল্ট (III) আয়ন Tetraamminedichlorocobalt (III) ion
OH^- , H_2O	মিশ্র লিগ্যান্ড : হাইড্রক্সো, অ্যাকুয়া	$[\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$	টেট্রাঅ্যাকুয়াডাইহাইড্রক্সো আয়রন (III) আয়ন Tetraaquadihydroxoiron(III) ion

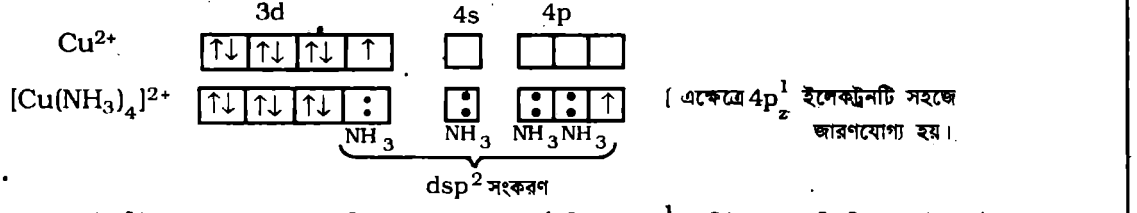
(গ) জটিল যৌগ ও আয়নের গঠনাকৃতি : বিজ্ঞানী পলিং প্রদত্ত যোজনী-বন্ডন (Valence-Bond) তত্ত্ব মতে জটিল যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণু বা আয়নের খালি অরবিটালে লিগ্যান্ড প্রদত্ত ইলেকট্রন যুগলসমূহ বিভিন্ন প্রকার অরবিটাল সংকরণ ঘটায়। চতুর্থ পর্যায়ের অর্থাৎ 3d অবস্থান্তর ধাতুর বেলায় খালি 3d, 4s, 4p ও 4d অরবিটালসমূহে সংকরণ ঘটেতে পারে। জ্যামিতিক চতুস্তলকীয় গঠনের জন্য sp^3 সংকরণ, সমতলীয় বর্গাকার গঠনের জন্য dsp^2 অথবা sp^2d সংকরণ এবং অষ্টতলকীয় গঠনের জন্য d^2sp^3 অথবা sp^3d^2 সংকরণ প্রয়োজন হয়। নিম্নে এরূপ তিন প্রকার জ্যামিতিক গঠনের অরবিটাল সংকরণ জটিল আয়নে ও যৌগে দেখানো হল।

১। $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নটি প্যারাম্যাগনেটিক অর্থাৎ Cu^{2+} আয়নে বিজোড় ইলেকট্রন আছে এবং রঞ্জনরশি পরীক্ষা মতে সমতলীয় বর্গাকার। তাই এতে নিম্নোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস সহযোগে চারটি লিগ্যান্ড ($:NH_3$) প্রদত্ত চারটি ইলেকট্রন যুগলে sp^2d সংকরণ ঘটে। যেমন,



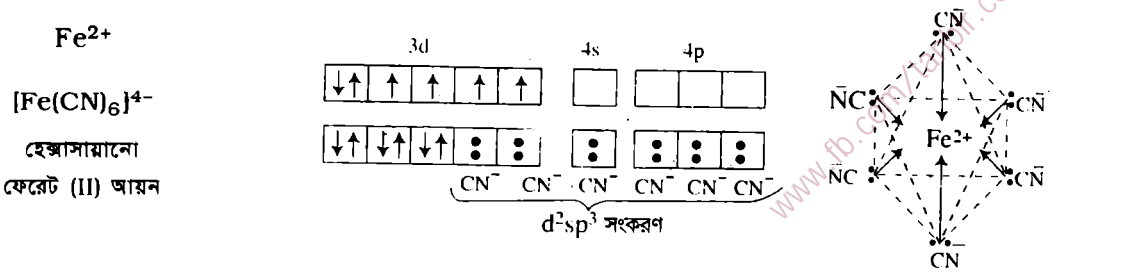
দ্রষ্টব্য : সমতলীয় বর্গাকার গঠনের জন্য dsp^2 সংকরণ অথবা sp^2d উভয় প্রকার সংকরণ সম্ভব। বাস্তবে $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নের বেলায় sp^2d সংকরণ যথার্থভাবে ঘটে; দ্বিতীয় প্রকার অর্থাৎ dsp^2 সংকরণ অবাস্তব। এর যুক্তি নিম্নরূপ :

(i) সেক্ষেত্রে Cu^{2+} আয়নের 3d অরবিটালের বিজোড় ইলেকট্রনটিকে উচ্চশক্তির খালি 4p অরবিটালে উত্তোলিত করতে হয়। তখন নিম্নোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস সহযোগে চারটি লিগ্যান্ড ($:NH_3$) প্রদত্ত চারটি ইলেকট্রন যুগলে dsp^2 সংকরণ ঘটেতে পারে।

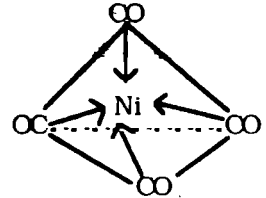
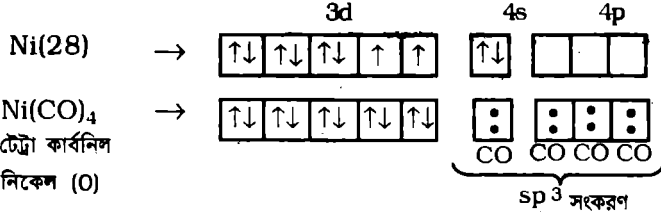


(ii) উপরিউক্ত ২য় প্রকারের dsp^2 সংকরণের ফলে সর্ববহিস্থ $4p_z^1$ অরবিটালে একটি বিজোড় ইলেকট্রন এসে পড়ায় Cu^{2+} আয়নটি সহজেই জারিত হয়ে অধিক স্থায়ী Cu^{3+} সৃষ্টি করার ক্ষেত্রে সৃষ্টি হল। কিন্তু বাস্তবে Cu^{2+} আয়ন অধিক স্থায়ী; Cu^{3+} আয়নের কোন অস্তিত্ব নেই। এতে প্রমাণিত হয় $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়ন গঠনে dsp^2 সংকরণ ঘটে না বরঞ্চ প্রথম প্রকারের সম্ভাবনা অর্থাৎ sp^2d সংকরণ ঘটে; তখন বিজোড় ইলেকট্রনটি অভ্যন্তরে 3d অরবিটালে জারণমুক্ত পরিবেশে সংরক্ষিত হয়ে আয়নটিকে প্যারা চুম্বকীয় ধর্ম প্রকাশ করতে সক্ষম করে। কোন কোন লেখকের বইয়ে ২য় প্রকারের অবাস্তব dsp^2 সংকরণ দেখানো হয়েছে।

২। $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আয়নটি ডায়াম্যাগনেটিক অর্থাৎ Fe^{2+} আয়নে বিজোড় ইলেকট্রন নেই এবং রঞ্জনরশি পরীক্ষা মতে আয়নটি অষ্টতলকীয় গঠনযুক্ত। তাই এতে নিম্নোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস সহযোগে ছয়টি লিগ্যান্ড ($:CN^-$) প্রদত্ত ছয়টি ইলেকট্রন যুগলে d^2sp^3 সংকরণ ঘটে। যেমন,



৩। $Ni(CO)_4$ যৌগটি ডায়াম্যাগনেটিক অর্থাৎ ধাতব নিকেল পরমাণুতে দুটি বিজোড় ইলেকট্রন থাকলেও এ জটিল যৌগের Ni পরমাণুতে বিজোড় ইলেকট্রন নেই এবং রঞ্জনরশ্মি পরীক্ষায় জানা যায় এ যৌগের গঠন হল চতুষ্তলকীয়। তাই এতে নিম্নোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস সংযোগে চারটি লিগ্যান্ড ($:CO$) প্রদত্ত চারটি ইলেকট্রন যুগলে sp^3 সংকরণ ঘটে। যেমন,

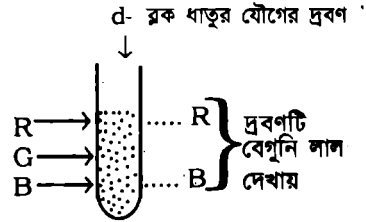
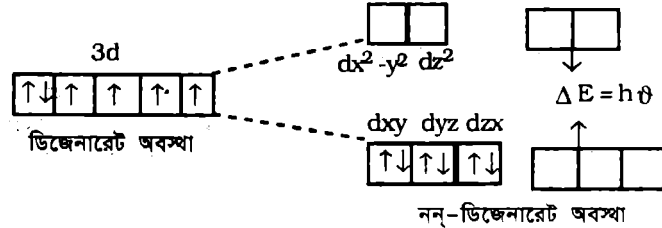


চিত্র ৩.৪(ক) : $Ni(CO)_4$ অণুর
চতুষ্তলকীয় গঠন।

উল্লেখ্য, জটিল আয়নস্থিত ঋণাত্মক লিগ্যান্ড যেমন, Cl^- , CN^- , Br^- ইত্যাদি জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয় না। যেমন, $[NiCl_2(NH_3)_2]$, $[CoBr(NH_3)_3]^{2+}$ ইত্যাদি আয়ন দ্রবণে Cl^- আয়ন Br^- আয়ন দেয় না বলে $AgNO_3$ দ্রবণের সাথে সিলতার হ্যালাইডের কোন অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে না।

৪। অবস্থান্তর মৌলসমূহের রঙিন আয়ন বা রঙিন যৌগ গঠন :

অবস্থান্তর ধাতু ও তাদের আয়নে অর্পূর্ণ d-অরবিটাল থাকে বলে তারা রঙিন হয়। অবস্থান্তর ধাতুর মুক্ত একক পরমাণুতে পাঁচটি d- অরবিটাল সমশক্তিস্তরে থাকে, একে ডিজেনারেট (degenerate) অবস্থা বলা হয়। কিন্তু জটিল আয়ন গঠনকালে লিগ্যান্ডের অরবিটাল ধাতুর d-অরবিটালের নিকটবর্তী হলে বিকর্ষণের কারণে d-অরবিটালের মধ্যে শক্তির সামান্য উর্ধ্বমুখী ও নিম্নমুখী পার্থক্য ঘটে। একে d-অরবিটালসমূহের নন-ডিজেনারেট (non-degenerate) অবস্থা বলা হয়। ফলে পাঁচটি d-অরবিটাল সামান্য পৃথক শক্তিসম্পন্ন (ΔE) হয়ে দুটি পৃথক শক্তিস্তরে বিন্যস্ত হয়ে পড়ে।



Green (সবুজ বর্ণ) এর শোষণ ঘটে।

চিত্র ৩.৫ : লিগ্যান্ডের আগমনে d-অরবিটালসমূহের দুটি পৃথক শক্তিস্তরে বিন্যস্তকরণ।

চিত্র ৩.৬ : দৃশ্যমান আলোর সবুজ বর্ণ d-ব্লক ধাতুর আয়ন দ্বারা শোষণের ফলে দ্রবণটি বেগুনি লাল দেখায়

তখন দুটি শক্তিস্তরের মধ্যে শক্তির যে পার্থক্য (ΔE) হয়, তা যদি দৃশ্যমান আলোর বর্ণালীর নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সঙ্গে সঙ্গতিপূর্ণ হয়, তবে বিজোড় d-ইলেকট্রন ঐ আলো শোষণ করে এবং আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রং আমাদের চোখে প্রতিফলিত হয়; অর্থাৎ ঐ অবস্থান্তর ধাতুর জটিল আয়ন বর্ণযুক্ত হয়। আয়নের বর্ণ আয়ন দ্বারা শোষিত বর্ণের সম্পূর্ণক হয়। যেমন, যদি সবুজ বর্ণ (green) শোষিত হয়, তবে দ্রবণের বর্ণ বেগুনি-লাল (purple) হয়। যদি নীল বর্ণ (blue) শোষিত হয়, তবে দ্রবণের বর্ণ হবে কমলা (orange)।

উল্লেখ্য, স্কাণ্ডিনিয়ামের বেলায় $Sc^{3+}(aq)$ আয়নে কোন d-ইলেকট্রন নেই। তাই $Sc^{3+}(aq)$ আয়ন বর্ণহীন হয়। আবার Cu^+ ও Zn^{2+} আয়নের ক্ষেত্রে উভয়ের d^{10} ইলেকট্রন বিন্যাস রয়েছে; তাই তাদের d-অরবিটালের ইলেকট্রনগুলোর শক্তি শোষণ করে d-d স্থানান্তরিত হওয়ার কোন সুযোগ নেই। তাই এরা বর্ণহীন। কিন্তু $Ti^{3+}(3d^1)$ হল রক্তবর্ণ; $V^{3+}(3d^2)$ হল সবুজ; $Cr^{3+}(3d^3)$ হল বেগুনি $Mn^{3+}(3d^4)$ হল বেগুনি।

আবার একই ধাতব পরমাণুতে যুক্ত ভিন্ন ভিন্ন লিগ্যান্ড ধাতুর d-অরবিটালগুলোতে শক্তিস্তরে পার্থক্য ঘটায়; তাই এদের বর্ণ ভিন্ন হয়। যেমন, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ এর বর্ণ হালকা নীল; কিন্তু $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ এর বর্ণ গাঢ় নীল হয়। অন্যান্য আয়নের বর্ণ নিম্নে প্রদত্ত ধাতব হাইড্রক্সাইডের বর্ণের অনুরূপ।

s-ব্লক ও p-ব্লক মৌলের পরমাণুর বিভিন্ন উপশক্তি স্তরের মধ্যে শক্তির পার্থক্য খুবই বেশি। তাই এরূপ একটি উপশক্তিস্তর থেকে অপর উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন স্থানান্তর হতে অধিক শক্তির প্রয়োজন। দৃশ্যমান আলো থেকে এরূপ শক্তি মিলে না। তাই s-ব্লক ও p-ব্লক মৌলের যৌগ যেমন, NaCl , MgCl_2 , AlCl_3 বর্ণহীন হয়।

৫। অবস্থান্তর ধাতুর জারণ অবস্থার পরিবর্তন ও আয়নের বর্ণ সম্পর্ক : অবস্থান্তর ধাতু এদের s এবং d অরবিটাল ইলেকট্রন বিভিন্ন সংখ্যায় ব্যবহার করে সৃষ্ট যৌগে বিভিন্ন জারণ অবস্থা প্রদর্শন করে। এসব ধাতুর ভিন্ন ভিন্ন জারণ অবস্থায় তাদের d অরবিটালে ইলেকট্রন সংখ্যা ভিন্ন হওয়ায় তাদের আয়নের বর্ণও ভিন্ন হয়। উল্লেখ্য Ti, V, Cr এবং Mn তাদের সর্বোচ্চ জারণ অবস্থার সরল আয়ন যেমন, Ti^{4+} , V^{5+} , Cr^{6+} এবং Mn^{7+} সহযোগে সাধারণ আয়নিক যৌগ গঠন করে না। কারণ এ সব আয়নের চার্জ ঘনত্ব অত্যন্ত বেশি হওয়ায় অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌলের সাথে সমযোজী যৌগ (যেমন, TiCl_4 , TiO_2 , V_2O_5 , CrO_3 , Mn_2O_7) অথবা সন্নিবেশ বন্ধনের অঙ্কো আয়ন (যেমন, মেটা ভ্যানাডেট বা ভ্যানাডেট (V) আয়ন, VO_3^- ; ক্রোমেট (VI) আয়ন, CrO_4^{2-} , ডাইক্রোমেট (VI) আয়ন $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, ম্যাঙ্গানেট (VI) আয়ন MnO_4^{2-} , ম্যাঙ্গানেট (VII) আয়ন, MnO_4^- গঠন করে। এ সব আয়নের সোডিয়াম ও পটাসিয়াম লবণ পানিতে দ্রবণীয়। এরা খুব শক্তিশালী জারক এবং বিজারক পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে নিম্ন জারণ অবস্থার সরল আয়ন গঠন করে। উচ্চ জারণ অবস্থা থেকে নিম্ন জারণ অবস্থায় পরিবর্তনের ফলে আয়নসমূহের বর্ণের পরিবর্তন ঘটে থাকে। যেমন,

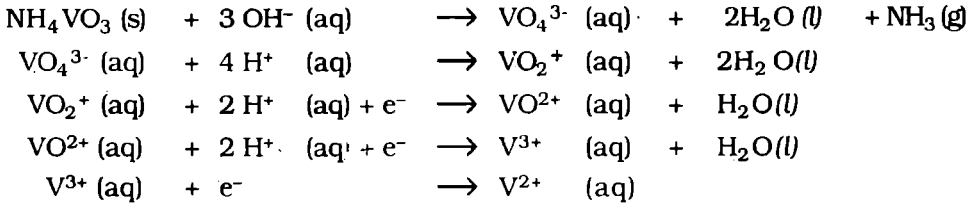
(ক) ভ্যানাডিয়ামের জারণ অবস্থা ও আয়নের বর্ণ পরিবর্তন

পরীক্ষার বর্ণনা : বর্ণহীন অ্যামোনিয়াম মেটা ভ্যানাডেট (NH_4VO_3) এর গুঁড়াকে গাঢ় NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত করলে সোডিয়াম অর্থোভ্যানাডেট (Na_3VO_4) এর দ্রবণ পাওয়া যায়। এ দ্রবণে লঘু H_2SO_4 যোগ করে অম্লীয় করলে বর্ণহীন দ্রবণটিতে ডাইঅক্সো ভ্যানাডিয়াম আয়ন (VO_2^+) উৎপন্ন হয়ে হলুদ বর্ণ ধারণ করে। এ তিনটি আয়ন যেমন, VO_3^- , VO_4^{3-} এবং VO_2^+ এর মধ্যে ভ্যানাডিয়ামের জারণ অবস্থা হল + 5। এ অম্লীয় হলুদ বর্ণের দ্রবণে জিংক গুঁড়া যোগ করে ঝাঁকালে ধাপে ধাপে বিজারণ ঘটে। ফলে হলুদ দ্রবণটি বিজারিত হয়ে নীল বর্ণের অক্সো ভ্যানাডিয়াম আয়ন (VO^{2+}) ; এর পর আরো বিজারণের ফলে নীল দ্রবণটি সবুজ বর্ণের ভ্যানাডিয়াম (III) আয়ন বা ভ্যানাডাস আয়ন (V^{3+}) এ পরিণত হয়। সবশেষে বেগুনি বর্ণের ভ্যানাডিয়াম (II) আয়ন বা হাইপোভ্যানাডাস আয়ন (V^{2+}) এ পরিণত হয়। অম্লীয় দ্রবণে ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থার আয়ন ও তাদের বর্ণ নিম্নরূপ :

সারণি ৩.৬ : ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থার আয়ন ও সে সব আয়নের বর্ণ

V-এর আয়ন	VO_3^- , VO_4^{3-}	VO_2^+	VO^{2+}	V^{3+}	V^{2+}
জারণ অবস্থা	+ 5	+ 5	+ 4	+ 3	+ 2
আয়নের নাম	মেটাভ্যানাডেট, অর্থোভ্যানাডেট	ডাই অক্সো ভ্যানাডিয়াম আয়ন	অক্সো ভ্যানাডিয়াম, বা ভ্যানাডিল আয়ন	ভ্যানাডিয়াম (III) আয়ন বা ভ্যানাডাস আয়ন	ভ্যানাডিয়াম (II) আয়ন বা হাইপো ভ্যানাডাস আয়ন
দ্রবণের বর্ণ →	বর্ণহীন	হলুদ	নীল	সবুজ	বেগুনি

উপরিউক্ত বিক্রিয়ার সমীকরণ :

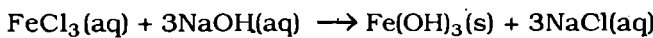


৬। অবস্থান্তর ধাতুর হাইড্রক্সাইড : অবস্থান্তর ধাতুর যৌগের দ্রবণে NaOH, KOH অথবা অ্যামোনিয়া দ্রবণ (NH₄OH) যোগ করলে অবস্থান্তর ধাতুর আয়ন ক্ষারের OH⁻ আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় ধাতব হাইড্রক্সাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। উৎপন্ন ধাতব হাইড্রক্সাইডের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বর্ণ দ্বারা ধাতব মৌল শনাক্তকরণ করা যায়। আবার এসব ধাতব হাইড্রক্সাইড পানিযোজিত হয়ে জেলির মত হয়। উৎপন্ন ধাতব হাইড্রক্সাইড ক্ষারকর্মী; এদের মধ্যে কিছু ধাতব হাইড্রক্সাইড উভধর্মী হওয়ায় ঐ ধাতব হাইড্রক্সাইড অধিক ক্ষার দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। আবার কিছু ধাতব হাইড্রক্সাইড অধিক অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে জটিল আয়ন গঠন করে। নিচে এসব অবস্থান্তর ধাতব আয়ন, এদের দ্বারা ক্ষার দ্রবণে সৃষ্ট হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ, বর্ণ এবং অতিরিক্ত NaOH ক্ষার দ্রবণ ও অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণের সাথে সৃষ্ট জটিল আয়ন দেখানো হল।

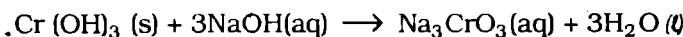
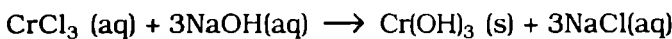
সারণি ৩.৭ : অবস্থান্তর ধাতুর হাইড্রক্সাইড ও তাদের বর্ণ ও জটিল আয়ন।

ক্যাটায়ন	অধঃক্ষিপ্ত ধাতব হাইড্রক্সাইড	অধঃক্ষেপের বর্ণ	অতিরিক্ত NaOH দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ার ফলে সৃষ্ট আয়ন	অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণে সৃষ্ট জটিল আয়ন
Cr ³⁺ (aq)	Cr(OH) ₃	সবুজ	ক্রোমেট (III) আয়ন, CrO ₃ ³⁻ (aq)	-
Mn ²⁺ (aq)	Mn(OH) ₂	ধূসর	-	-
Fe ²⁺ (aq)	Fe(OH) ₂	সবুজ	-	-
Fe ³⁺ (aq)	Fe(OH) ₃	বাদামি	-	-
Co ²⁺ (aq)	Co(OH) ₂	গোলাপী	কোবাল্টেট (II) আয়ন, Co(OH) ₄ ²⁻ (aq)	[Co(NH ₃) ₆] ²⁺ (aq)
Ni ²⁺ (aq)	Ni(OH) ₂	সবুজ	-	[Ni(NH ₃) ₆] ²⁺ (aq)
Cu ²⁺ (aq)	Cu(OH) ₂	হালকা নীল	-	[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺ (aq)
Zn ²⁺ (aq)	Zn(OH) ₂	সাদা	জিংকেট (II) আয়ন, Zn(OH) ₄ ²⁻ (aq)	

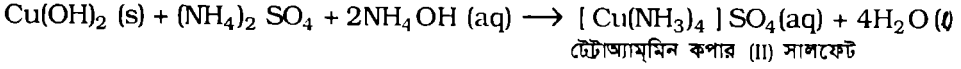
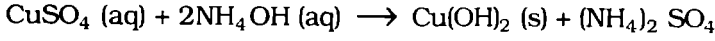
উদাহরণ ১। ফেরিক ক্লোরাইড (FeCl₃) এর হালুদ দ্রবণ NaOH দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় বাদামি বর্ণের ফেরিক হাইড্রক্সাইড (Fe(OH)₃) অধঃক্ষিপ্ত হয়।



উদাহরণ ২। ক্রোমিক ক্লোরাইড [CrCl₃] এর হালুদ সবুজ দ্রবণ NaOH দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় সবুজ বর্ণের ক্রোমিক হাইড্রক্সাইড Cr(OH)₃ অধঃক্ষিপ্ত হয়। অধিক পরিমাণ NaOH এর সাথে Cr(OH)₃ এর বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্রোমেট (iii) এর দ্রবণ উৎপন্ন হয়।



উদাহরণ ৩। কপার সালফেটের নীল বর্ণের দ্রবণ ও NH_4OH দ্রবণের বিক্রিয়ায় হালকা নীল কিউপ্রিক হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ অধিক NH_4OH দ্রবণে দ্রবণীয় গাঢ় নীল টেট্রাম্যামিন কপার (II) আয়নের জটিল লবণ উৎপন্ন হয়।



৩.৩ অবস্থান্তর ধাতু নিষ্কাশন পদ্ধতি Methods of extraction of transition metals

(ক) অবস্থান্তর ধাতুর উৎস : অবস্থান্তর ধাতুসমূহকে প্রধানত সালফাইড ও অক্সাইড খনিজরূপে পাওয়া যায়। সবচেয়ে কম সক্রিয় ধাতু যেমন, Cu, Au, Pt ইত্যাদিকে প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়।

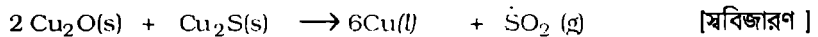
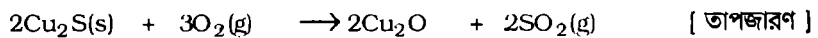
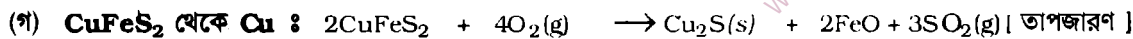
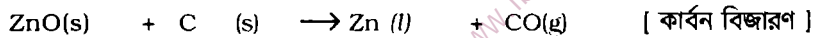
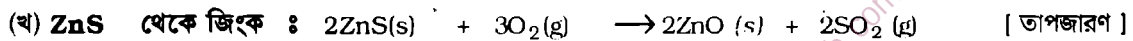
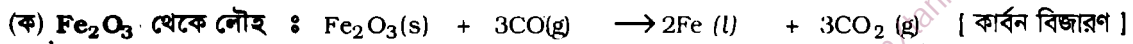
(খ) ধাতু নিষ্কাশন : যে সব খনিজ ধাতব যৌগ থেকে সহজ পদ্ধতিতে ও অর্থনৈতিক লাভজনকভাবে কোন ধাতু নিষ্কাশন করা যায়, তাদেরকে ঐ ধাতুর আকরিক বলে। যেমন, ম্যাগনেটাইট (Fe_3O_4) হল লৌহের আকরিক। ধাতু নিষ্কাশনের সাধারণ পদ্ধতি হল ধাতব অক্সাইডকে কার্বন অথবা কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা বিজারিত করে ধাতুতে পরিণত করা। কারণ সক্রিয়তা সিরিজে, Al এর নিচে অবস্থিত অধিকাংশ ধাতুর প্রতি অক্সিজেনের আসক্তির চেয়ে কার্বনের প্রতি অক্সিজেনের আসক্তি বেশি থাকে। [আবার অধিকাংশ ধাতুর অক্সাইডের গঠন এনথালপি কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাইঅক্সাইডের গঠন এনথালপি থেকে বেশি থাকে।] তাই ঐ ধাতব অক্সাইডকে প্রয়োজনীয় তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে কার্বন ও কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা বিজারিত করা যায়। তবে Zn এর ওপরে যে কোন ধাতুর অক্সাইডকে কার্বন বিজারণ দ্বারা বিজারিত করে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না। ধাতু নিষ্কাশনের বেলায় নিম্নোক্ত ধাপ বা প্রণালীসমূহ অনুসরণ করা হয়। যেমন,

১। আকরিক গাঢ়ীকরণ : প্রথমে আকরিককে গুঁড়া করা হয়। আকরিকের গুঁড়া থেকে অপয়োজনীয় পদার্থ বা খনিজমলকে ঘৌতকরণ পদ্ধতিতে পানি প্রবাহ দ্বারা দূর করা হয়। সালফাইড আকরিকের বেলায় তৈল ফেনা ভাসমান পদ্ধতিতে খনিজমল দূর করা হয়। ফলে আকরিক গাঢ়ীকৃত হয়। এ দুটি পদ্ধতি ভৌত গাঢ়ীকরণ।

২। তাপজারণ : সালফাইড আকরিককে বায়ুর উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করে তাপজারিত করা হয়। ফলে ধাতব অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এ পদ্ধতি রাসায়নিক গাঢ়ীকরণ।

৩। বিগলন : গাঢ়ীকৃত অক্সাইড অথবা তাপজারিত ধাতব অক্সাইডকে কোক কার্বনসহ উত্তপ্ত করে অর্থাৎ, কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে এবং তাপজারিত ধাতব সালফাইডকে স্ববিজারণ প্রক্রিয়ায় গলিত ধাতুতে পরিণত করা হয়।

বিগলনকালে কার্বন বিজারণ ও স্ববিজারণ পদ্ধতিতে অবস্থান্তর ধাতু নিষ্কাশনের উদাহরণ :



সক্রিয়তা
সিরিজে :

Li

K

Na

Ca

Mg

Al

Cr

Mn

Zn

Fe

Cd

Co

Ni

Sn

Pb

H

Cu

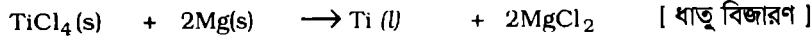
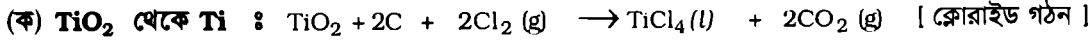
Hg

Ag

Pt

Au

৪। অনেক সময় অবস্থান্তর ধাতুর ক্লোরাইড অথবা অক্সাইডকে সক্রিয় ধাতু Na, Mg, Al দ্বারা বিজারিত করে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়। সক্রিয় ধাতু যেমন, Na, Mg ধাতু দ্বারা ধাতব ক্লোরাইড ও অক্সাইডের বিজারণকে ধাতু-বিজারণ এবং Al ধাতুর গুঁড়া দ্বারা ধাতব অক্সাইডের বিজারণকে থার্মিট বিজারণ বলা হয়।



৫। ধাতুর বিশোধন : প্রাপ্ত অবিশুদ্ধ ধাতুকে তঁড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে বিশোধন করা হয়। যেমন, অবিশুদ্ধ কপার, সিলভার, ক্রোমিয়াম প্রভৃতি ধাতুর বিশোধন।

(১) টাইটেনিয়াম (Titanium) Ti

৩.৪ টাইটেনিয়ামের অবস্থান (Occurance of titanium)

টাইটেনিয়াম ভূপৃষ্ঠের অন্যতম সাধারণ ধাতু। ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন উপাদান মৌলের প্রাচুর্যের দিক থেকে এটি নবম মৌল (0.6%)। এপোলো-১১ মহাশূন্যযান দ্বারা আনীত চন্দ্রপৃষ্ঠের প্রস্তর খণ্ডে 7-12% TiO_2 (টাইটেনিয়াম ডাই অক্সাইড) পাওয়া গেছে। টাইটেনিয়ামের দুটি প্রধান আকরিক হল।

১। রুটাইল	(rutile),	TiO_2
২। ইলমেনাইট	(ilmenite),	FeTiO_3 বা, $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$

নিম্নে টাইটেনিয়ামের দুটি প্রধান আকরিক থেকে টাইটেনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন আলোচনা করা হল :

৩.৫ আকরিক থেকে টাইটেনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন

Extraction of titanium from its ore

ইলমেনাইট ও রুটাইল আকরিক থেকে টাইটেনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন নিম্নোক্ত দুই ধাপে সম্পন্ন করা হয়। যেমন,

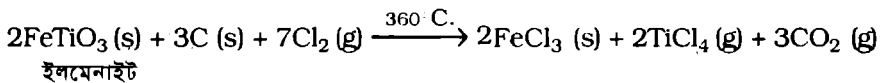
(ক) আকরিক থেকে টাইটেনিয়াম টেটাক্লোরাইড (TiCl_4) উৎপাদন,

(খ) TiCl_4 থেকে টাইটেনিয়াম ধাতু উৎপাদন।

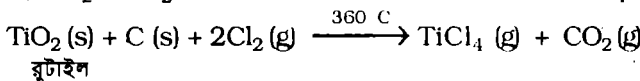
(ক) আকরিক থেকে TiCl_4 উৎপাদন :

ক্লোরিন পদ্ধতি : বিচূর্ণ ইলমেনাইট-এর সাথে কোক কার্বন মিশ্রিত করে 360°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়

এবং ঐ মিশ্রণের মধ্যে শূক্ষ ক্লোরিন গ্যাস চালনা করা হয়। তখন FeCl_3 ও TiCl_4 (b.p. 136°C) উৎপন্ন হয়।



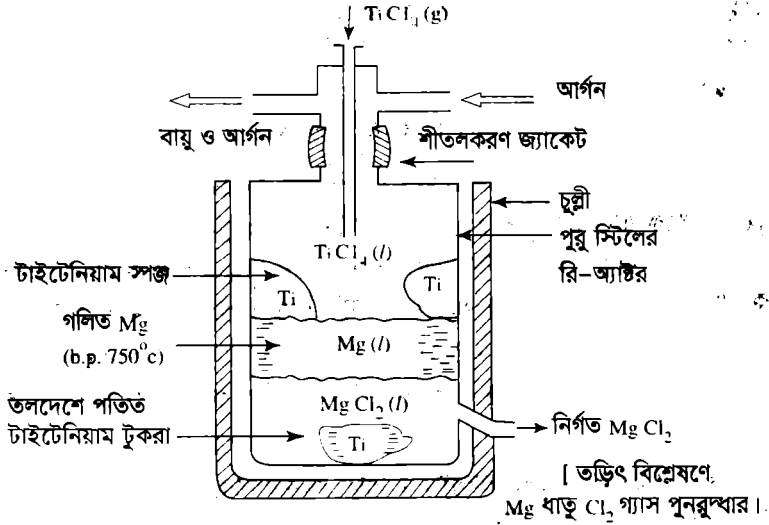
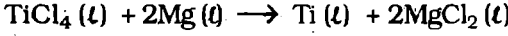
আকরিক রুটাইলের সাথে একইভাবে কোক কার্বন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় TiCl_4 (b.p. 136°C) প্রস্তুত করা যায়। উৎপন্ন এর বাষ্প, CO_2 ও Cl_2 গ্যাসসহ বের হয়ে আসে। শীতল করে TiCl_4 তরলীভূত করা হয়।



শেষে TiCl_4 আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়।

(খ) $TiCl_4$ হতে ধাতু উৎপাদন :

ক্রম পদ্ধতি : নিষ্ক্রিয় আর্গন গ্যাসের পরিবেশে বিশুদ্ধ টাইটেনিয়াম টেট্রাক্লোরাইডকে ম্যাগনেসিয়াম ধাতু (m.p. 712) দ্বারা প্রায় $712^\circ C$ তাপমাত্রার উর্ধ্বে কিন্তু $1025^\circ C$ এর নিচে উত্তপ্ত অবস্থায় বিজারিত করা হয়। উৎপন্ন টাইটেনিয়ামকে টাইটেনিয়াম-স্পঞ্জ (m.p. $1668^\circ C$) রূপে পাওয়া যায়। উৎপন্ন পদার্থকে লঘু HCl এ মিশ্রিত করে অপরিবর্তিত ম্যাগনেসিয়াম ও উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডকে পৃথক করার পর প্রায় বিশুদ্ধ টাইটেনিয়াম ধাতু পাওয়া যায়।



চিত্র ৩.৭ : টাইটেনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন।

সোডিয়াম দ্বারা বিজারণ : আবদ্ধ পাত্রে সোডিয়াম ও $TiCl_4$ (b.p. $136^\circ C$) এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে প্রায় বিশুদ্ধ টাইটেনিয়াম ধাতু উৎপাদন করা যায়।



(গ) বিশুদ্ধ টাইটেনিয়াম ধাতু প্রস্তুতি :

খুবই বিশুদ্ধ ধাতু উৎপাদনের জন্য উপরিউক্তভাবে উৎপাদিত ধাতুর সাথে আয়োডিনের বিক্রিয়া ঘটিয়ে টাইটেনিয়াম টেট্রাআয়োডাইড (TiI_4) উৎপাদন করা হয়। অতঃপর বায়ুমুক্ত পরিবেশে বৈদ্যুতিকভাবে উত্তপ্ত টাৎস্টেন ফিলামেন্টের ওপর দিয়ে TiI_4 -এর বাষ্পকে প্রবাহিত করলে খুব বিশুদ্ধ টাইটেনিয়াম ধাতু উৎপন্ন হয়।

(২) ভ্যানাডিয়াম (Vanadium) V

৩.৬ ভ্যানাডিয়ামের অবস্থান বা উৎস (Occurance of Vanadium)

ভ্যানাডিয়াম ভূপৃষ্ঠের অন্যতম সাধারণ ধাতু (0.02%)। ধাতুবিদ্যায় ব্যবহারযোগ্য খনিজ পদার্থের মধ্যে ভ্যানাডিয়ামের প্রধান আকরিক হল :

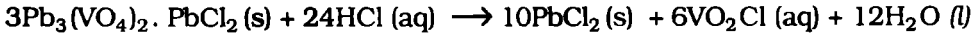
- ১। ভ্যানাডিনাইট (Vanadinite), $3Pb_3(VO_4)_2 \cdot PbCl_2$; বা, $Pb_5(VO_4)_3Cl$
লেড ক্লোরো অর্থো ভ্যানাডেট
- ২। কারনোটাট (Carnotite), $K_2O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 3H_2O$; বা, $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$
পটাসিয়াম ইউরেনিল অর্থো ভ্যানাডেট
- ৩। পেট্রোনাইট (Patronite), $V_2S_5 \cdot 3CuS_2$

৩.৭ আকরিক থেকে ভ্যানাডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন

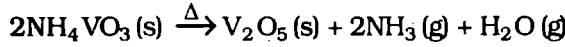
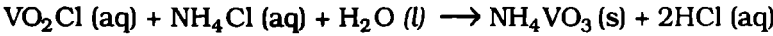
Extraction of Vanadium from its ore

১। ভ্যানাডিনাইট আকরিক থেকে : ভ্যানাডিনাইট আকরিক থেকে নিম্নোক্তভাবে ভ্যানাডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। যেমন,

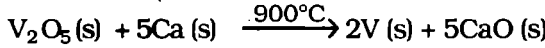
(ক) বিচূর্ণ আকরিককে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডে মিশ্রিত করা হয়। তখন $PbCl_2$ অদ্রবীভূত অবস্থায় থাকে এবং সমস্ত ভ্যানাডিয়াম ধাতু ডাইঅক্সো ভ্যানাডিয়াম ক্লোরাইড (VO_2Cl) রূপে দ্রবীভূত হয়।



(খ) V_2O_5 প্রস্তুতি : উৎপন্ন দ্রবণকে পৃথক করা হয় এবং একে NH_4Cl দ্বারা সম্পৃক্ত করে শেষে অ্যামোনিয়াম গাঢ় দ্রবণ যোগ করলে অ্যামোনিয়াম মেটা ভ্যানাডেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। ঐ অধঃক্ষেপকে পৃথক করে উত্তপ্ত করলে ভ্যানাডিয়াম পেটঅক্সাইড উৎপন্ন হয়।

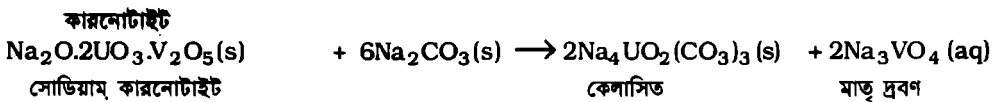
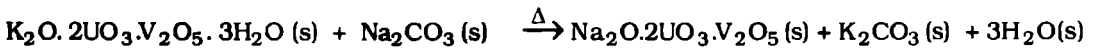


(গ) V_2O_5 থেকে ধাতু উৎপাদন : ইস্পাত নির্মিত আবদ্ধ চুল্লিতে প্রায় $900^\circ - 950^\circ C$ তাপমাত্রায় V_2O_5 এর গুঁড়াকে ক্যালসিয়াম ধাতু দ্বারা বিজারিত করে ভ্যানাডিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়। উৎপন্ন চুনকে বিগলিত করার জন্য বিগালকরূপে $CaCl_2$ মিশানো হয়। এরূপে মোটামুটি বিশুদ্ধ ভ্যানাডিয়াম ধাতু পাওয়া যায়।

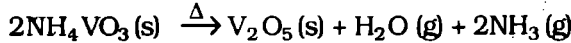
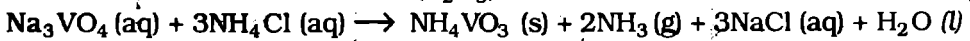


২। কারনোটাইট আকরিক থেকে : কারনোটাইট আকরিক থেকে নিম্নোক্ত ধাপে ভ্যানাডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। যেমন,

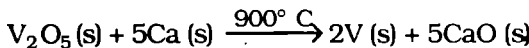
(ক) সোডিয়াম অর্থোভ্যানাডেট প্রস্তুতি : বিচূর্ণ আকরিককে সোডিয়াম কার্বনেটসহ বিগলিত করলে প্রথমে সোডিয়াম কারনোটাইট এবং পরে সোডিয়াম ইউরেনিল কার্বনেট ও সোডিয়াম অর্থোভ্যানাডেট উৎপন্ন হয়। শেষে উৎপন্ন বস্তুকে পানিতে মিশ্রিত করে আলোড়িত করলে খনিজমল ফেরিক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। অধঃক্ষেপ থেকে দ্রবণটিকে পৃথক করে গাঢ়ীকৃত ও শীতল করা হয়। তখন সোডিয়াম ইউরেনিল কার্বনেট [$Na_4UO_2(CO_3)_3$] কেলাসিত হয়। কেলাস পৃথক করে প্রাপ্ত মাতৃ দ্রবণে সোডিয়াম অর্থোভ্যানাডেট (Na_3VO_4) দ্রবীভূত থাকে।



(খ) V_2O_5 প্রস্তুতি : মাতৃ দ্রবণকে NH_4Cl ও গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ দ্বারা সম্পৃক্ত করা হয়; তখন ঐ মাতৃ দ্রবণের সোডিয়াম অর্থোভ্যানাডেট (Na_3VO_4) অ্যামোনিয়াম মেটাভ্যানাডেট (NH_4VO_3) রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। একে পৃথক করে উত্তপ্ত করলে ভ্যানাডিয়াম পেটঅক্সাইড (V_2O_5) পাওয়া যায়।

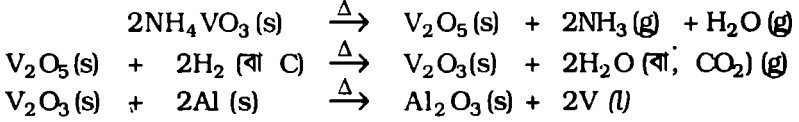


(গ) V_2O_5 থেকে ধাতু উৎপাদন : ইস্পাত নির্মিত আবদ্ধ চুল্লিতে প্রায় $900 - 950^\circ C$ তাপমাত্রায় V_2O_5 কে ক্যালসিয়াম ধাতু দ্বারা বিজারিত করে ভ্যানাডিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়। উৎপন্ন চুনকে দূর করার জন্য বিগালকরূপে $CaCl_2$ মিশানো হয়। মার্চেন্যান্ড রিখ নামক এ পদ্ধতিতে [Mardenand Rich পদ্ধতি] মোটামুটি বিশুদ্ধ ভ্যানাডিয়াম ধাতু পাওয়া যায়।



৩। বিশুদ্ধ ভ্যানাডিয়াম ধাতু প্রস্তুতি : বিশুদ্ধ ভ্যানাডিয়াম ধাতু প্রস্তুতি বেশ কষ্টসাধ্য। কারণ উচ্চ তাপমাত্রায় এ ধাতু O_2 , N_2 ও C এর সাথে বিক্রিয়া করে থাকে। প্রায় 99% বিশুদ্ধ ভ্যানাডিয়াম ধাতু ভ্যানাডিয়াম টাইঅক্সাইড (V_2O_5) থেকে অ্যালুমিনো থার্মিট পদ্ধতিতে প্রস্তুত করা হয়।

অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর গুঁড়ার সাথে V_2O_5 এর গুঁড়াকে মিশ্রিত করে উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে V_2O_5 বিজারিত হয়ে গলিত বিশুদ্ধ ধাতু উৎপন্ন করে। পরয়োজনীয় V_2O_5 প্রস্তুতির জন্য অ্যামোনিয়াম মেটাভ্যানাডেটকে উত্তপ্ত করে প্রাপ্ত V_2O_5 কে হাইড্রোজেন বা কার্বন দ্বারা উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়।



(৩) ক্রোমিয়াম (Chromium) Cr

৩.৮ ক্রোমিয়ামের অবস্থান বা উৎস (Occurance of chromium)

ক্রোমিয়ামের প্রধান আকরিক হল ক্রোমাইট; এ ছাড়া ক্রোমিয়ামের আরো দুটি আকরিক আছে। যেমন,

- ১। ক্রোমাইট বা ক্রোম আয়রন স্টোন, (Chromite) $FeO.Cr_2O_3$
- ২। ক্রোম ওকোর (ক্রোমিক অক্সাইড) (Chrome Ochre), Cr_2O_3
- ৩। ক্রোকইট (লেড ক্রোমেট) (Crocoite), $PbCrO_4$

ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন : ক্রোমাইট আকরিক থেকে মূলত ক্রোমিয়াম ধাতু-সংকর অথবা বিশুদ্ধ ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। ধাতু সংকররূপে ফেরোক্রোম উৎপন্ন করা হয়।

৩.৯ ফেরোক্রোম উৎপাদন (Manufacture of Ferrochrome)

ইস্পাত শিল্পে ব্যবহারের জন্য ফেরোক্রোম (ক্রোমিয়াম ও আয়রনের সংকর) হিসেবে ক্রোমিয়াম নিষ্কাশন করা হয়। তখন ক্রোমাইট আকরিককে ধৌতকরণ পদ্ধতিতে খনিজমল মুক্ত করা হয়। তারপর বৈদ্যুতিক চুল্লিতে ঐ গাঢ়ীকৃত ক্রোমাইট আকরিককে কার্বন দ্বারা বিজারিত করা হয়। তখন ফেরোক্রোম বা 65% Cr ও 35% Fe এর মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। $FeO.Cr_2O_3(s) + 4C(s) \xrightarrow{\Delta} Fe.2Cr(l) + 4CO(g)$

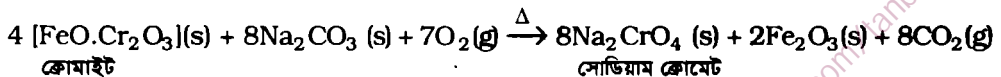
ফেরোক্রোম ইস্পাত শিল্পে বিভিন্ন শ্রেণীর মরিচাহীন ইস্পাত (stainless steel) প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

৩.১০ আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন

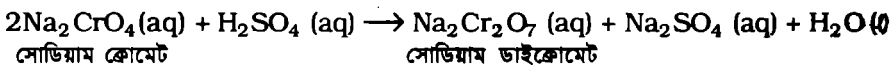
Extraction of chromium from its ores

ধাতু নিষ্কাশনের জন্য ক্রোমাইট ($FeO.Cr_2O_3$) আকরিককে যথাক্রমে ক্রোমেট, ডাইক্রোমেট ও ক্রোমিক অক্সাইডে (Cr_2O_3) রূপান্তর করা হয়। শেষে Cr_2O_3 কে Al ধাতু দ্বারা বিজারিত করে 99.5% ক্রোমিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়। যেমন,

১। আকরিকের গাঢ়ীকরণ ও তাপজারণ : বিচূর্ণ ক্রোমাইট আকরিককে পানি প্রবাহে গাঢ়ীকৃত করা হয়। গাঢ় আকরিককে সোডিয়াম কার্বনেট ও অল্প চুনসহ অতিরিক্ত বায়ু প্রবাহে পরাবর্তক চুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। তখন আকরিকের তাপজারণের ফলে ফেরাস অক্সাইড জারিত হয়ে ফেরিক অক্সাইড এবং ক্রোমিক অক্সাইড সোডিয়াম ক্রোমেট উৎপন্ন করে।



২। তাপজারিত ক্রোমাইট আকরিক থেকে ডাইক্রোমেট প্রস্তুতি : ক্রোমাইট আকরিকের তাপজারণে উৎপন্ন সোডিয়াম ক্রোমেট (Na_2CrO_4) কে পানিতে দ্রবীভূত করে পৃথক করার পর এর মধ্যে H_2SO_4 যোগ করলে সোডিয়াম ডাইক্রোমেট উৎপন্ন হয়।

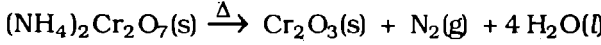
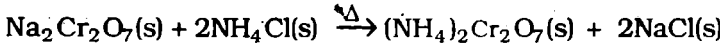


আর্থশিক কেলাসন প্রক্রিয়ায় সোডিয়াম সালফেটকে কেলাসরূপে দ্রবণ থেকে প্রথমে পৃথক করা হয়। পরে প্রাপ্ত অবশিষ্ট দ্রবণ থেকে সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ($Na_2Cr_2O_7$) কেলাসিত করা হয়।

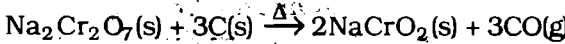
৩। ডাইক্রোমেটের বিজারণ : নিম্নোক্ত বিক্রম দুই পদ্ধতিতে সোডিয়াম ডাইক্রোমেটকে বিজারিত করা হয় :

(ক) NH_4Cl সহযোগে বিজারণ পদ্ধতি : সোডিয়াম ডাইক্রোমেট এর সাথে NH_4Cl মিশিয়ে উত্তপ্ত করা

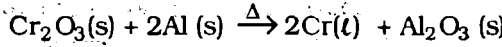
হয়। ফলে প্রথমে অ্যামোনিয়াম ডাইক্রোমেট ও পরে এটি বিযোজিত হয়ে ক্রোমিক অক্সাইড (Cr_2O_3) উৎপন্ন করে।



(খ) কার্বন বিজারণ পদ্ধতি : সোডিয়াম ডাইক্রোমেটকে চারকোল গুঁড়াসহ উত্তপ্ত করা হয়। ফলে সোডিয়াম ক্রোমাইট (NaCrO_2) উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন ক্রোমাইটকে পানিতে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে ক্রোমিক অক্সাইড (Cr_2O_3) উৎপন্ন ও অধঃক্ষিপ্ত হয়। শেষে Cr_2O_3 কে ছেকে পৃথক করা হয়।



৪। Cr_2O_3 কে বিজারণ : গোল্ডস্মিথ ধারমিট পদ্ধতিতে Cr_2O_3 থেকে বিশুদ্ধ ক্রোমিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়। তিন ভাগ ভরের Cr_2O_3 এর সাথে এক ভাগ অ্যালুমিনিয়াম গুঁড়া মিশানো হয়। এ মিশ্রণকে ধারমিট মিশ্রণ বলে। ঐ মিশ্রণের ওপর KClO_3 , BaO_2 ও Mg গুঁড়ার প্রজ্বলন মিশ্রণ রাখা হয়। তারপর ঐ প্রজ্বলন মিশ্রণে অগ্নি সংযোগ করা হয়। প্রজ্বলন মিশ্রণ দহনে অধিক তাপ উৎপন্ন হলে Al ধাতু দ্বারা Cr_2O_3 বিজারিত হয়ে 99.5% ক্রোমিয়াম ধাতু গলিত অবস্থায় উৎপন্ন হয়। Al গুঁড়া দ্বারা ধাতুর অক্সাইডের বিজারণকে ধারমিট বিজারণ বলা হয়।



(৪) ম্যাঙ্গানিজ (Manganese) Mn

৩.১১ ম্যাঙ্গানিজের অবস্থান বা উৎস (Occurance of manganese)

ম্যাঙ্গানিজ প্রকৃতিতে মৌলিক অবস্থায় থাকে না; ভূপৃষ্ঠে (0.085%) বৈশিষ্টিক পদার্থরূপে খনিতে পাওয়া যায়।

ম্যাঙ্গানিজের প্রধান আকরিক হল :

- ১। পাইরোলুসাইট (Pyrolusite), MnO_2
- ২। ম্যাঙ্গানাইট (Manganite), $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- ৩। ব্রাউনাইট (Braunite), Mn_2O_3
- ৪। হুস্ম্যানাইট (Hausmanite), Mn_3O_4

৩.১২ আকরিক থেকে ম্যাঙ্গানিজ নিষ্কাশন

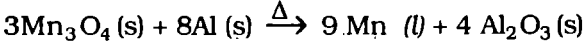
Extraction of manganese from its ores

ম্যাঙ্গানিজের প্রধান আকরিক পাইরোলুসাইট (MnO_2) থেকে অ্যালুমিনো ধারমিট পদ্ধতিতে মোটামুটি বিশুদ্ধ এবং তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ ম্যাঙ্গানিজ ধাতু প্রস্তুত করা যায়।

১। অ্যালুমিনো ধারমিট পদ্ধতি : বিচূর্ণ পাইরোলুসাইট আকরিককে পানি দ্বারা ধুয়ে গাঢ় করা হয় এবং পরে বায়ুর উপস্থিতিতে একে প্রবলভাবে উত্তপ্ত করা হয়। তখন আকরিক (MnO_2) বিযোজিত হয়ে টাই ম্যাঙ্গানিজ টেট্রাইড (Mn_3O_4) নামক মিশ্র অক্সাইড উৎপন্ন করে।



উৎপন্ন Mn_3O_4 -কে বিচূর্ণ অ্যালুমিনিয়ামের সাথে মিশিয়ে পোর্সেলিনের কুসিবলে রেখে এর ওপর সামান্য স্কেরিয়াম পারঅক্সাইড ও বিচূর্ণ Mg গুঁড়ার প্রজ্জ্বলন মিশ্রণ রাখা হয়। প্রজ্জ্বলন মিশ্রণে অগ্নি সংযোগের পর সূঁচ উচ্চ তাপমাত্রায় Al ধাতু দ্বারা Mn_3O_4 বিজারিত হয় এবং গলিত অবস্থায় ম্যাঙ্গানিজ ধাতু কুসিবলের তলদেশে জমা হয়। এ পদ্ধতিতে মোটামুটি বিশুদ্ধ ম্যাঙ্গানিজ ধাতু উৎপন্ন করা যায়।



২। তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি : পাইরোলুসাইট (MnO_2) আকরিককে গাঢ় করার পর একে গাঢ় HCl এ দ্রবীভূত করে ম্যাঙ্গানাস ক্লোরাইড ($MnCl_2$) এ পরিণত করা হয়। $MnCl_2$ দ্রবণে মারকারি ক্যাথোড ব্যবহার করে তড়িৎবিশ্লেষণ করা হয়; তখন ক্যাথোডে ম্যাঙ্গানিজ পারদ সংকর ($Mn.Hg$) তৈরি হয়। এ পারদ সংকরকে বায়ুশূন্য পাত্রে রেখে নিম্নচাপে পাতিত করে পারদ দূর করা হয় এবং বিশুদ্ধ ম্যাঙ্গানিজ পাওয়া যায়।

৩.১৩ ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম ও ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর পদ্ধতি

Different oxidation states of Mn, Cr and V and their conversions

অবস্থান্তর মৌলসমূহের যোজ্যতা স্তরের d অরবিটাল ও s অরবিটালের শক্তির পার্থক্য অন্য সব অরবিটালের তুলনায় অনেক কম। তাই s অরবিটাল ও d অরবিটাল ব্যবহার করে অবস্থান্তর মৌলসমূহ বিভিন্ন জারণ অবস্থা সহযোগে বিভিন্ন যৌগ গঠন করে। ১ম অবস্থান্তর সিরিজের মধ্যে সর্বোচ্চ সংখ্যক জারণ অবস্থা প্রদর্শনকারী মৌল হল ম্যাঙ্গানিজ (Mn), ক্রোমিয়াম (Cr) ও ভ্যানাডিয়াম (V)। নিম্ন জারণ-সংখ্যা যেমন, + 2, + 3 সহযোগে এ সব অবস্থান্তর মৌল সরল আয়ন (Mn^{+2} , Cr^{+3} , V^{+3}) রূপে আয়নিক যৌগ গঠন করে। কিন্তু উচ্চ জারণ সংখ্যা যেমন, + 4, + 5 এবং ততোধিক চার্জ নিয়ে এসব মৌল অক্সিজেনের সাথে সমযোজী বন্ধন দ্বারা ধনাত্মক ও ঋণাত্মক অক্সো আয়নরূপে বিরাজ করে। ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম ও ভ্যানাডিয়ামের উচ্চ জারণ অবস্থা বিশিষ্ট অক্সোআয়নসমূহ নিচে দেখানো হল :

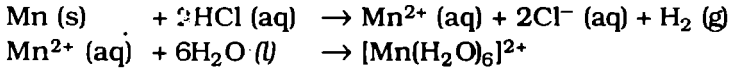
সারণি ৩.৮ : Mn, Cr ও V এর উচ্চ জারণ অবস্থা বিশিষ্ট অক্সোআয়নসমূহ

অক্সো আয়নের নাম	আয়নের সংকেত	আয়নের বর্ণ	মৌলের জারণ অবস্থা	যৌগের নাম ও সংকেত
১। ম্যাঙ্গানেট (VI) আয়ন	MnO_4^{2-}	সবুজ	Mn^{6+}	পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VI) K_2MnO_4
২। ম্যাঙ্গানেট (VII) আয়ন বা পারম্যাঙ্গানেট আয়ন	MnO_4^-	গাঢ় বেগুনি	Mn^{7+}	পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VII) বা পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট } $KMnO_4$
১। ক্রোমেট (VI) আয়ন	CrO_4^{2-}	হলুদ	Cr^{6+}	পটাসিয়াম ক্রোমেট, K_2CrO_4
২। ডাইক্রোমেট (VI) আয়ন	$Cr_2O_7^{2-}$	কমলা	Cr^{6+}	পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট, $K_2Cr_2O_7$
১। মেটা ভ্যানাডেট আয়ন	VO_3^-	বর্ণহীন	V^{5+}	অ্যামোনিয়াম মেটাভ্যানাডেট, NH_4VO_3
২। অর্ধো ভ্যানাডেট আয়ন	VO_4^{3-}	বর্ণহীন	V^{5+}	সোডিয়াম অর্ধোভ্যানাডেট, Na_3VO_4
৩। ডাই অক্সো ভ্যানাডিয়াম আয়ন	VO_2^+	হালুদ	V^{5+}	ডাই অক্সো ভ্যানাডিয়াম ক্লোরাইড, VO_2Cl
৪। অক্সো ভ্যানাডিয়াম আয়ন বা ভ্যানাডিল ক্যাটায়ন	VO^{2+}	নীল	V^{4+}	অক্সো ভ্যানাডিয়াম ক্লোরাইড বা ভ্যানাডিল ক্লোরাইড, $VOCl_2$

এ সব অক্সো অ্যানায়নের সোডিয়াম ও পটাসিয়াম লবণ পানিতে দ্রবণীয়। এরা খুব শক্তিশালী জারক। তাই জারণ-বিজারণ বা রিডক্স টাইটেশন প্রক্রিয়ায় এরা জারক পদার্থরূপে ব্যবহৃত হয়। তখন এসব জারক পদার্থের উচ্চ জারণ অবস্থা থেকে বিজারণের ফলে নিম্ন জারণ অবস্থায় d অরবিটালে ইলেকটন সংখ্যাও তিন হয়। ফলে উৎপন্ন নতুন আয়নের বর্ণেরও পরিবর্তন ঘটে।

৩.১৩.১। ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর

ম্যাঙ্গানিজের ইলেকটন বিন্যাস হল $Mn(25) = [Ar] 3d^5 4s^2$ । সূত্রের প্রথমে $4s^2$ ও পরে $3d^5$ অরবিটাল ইলেকটন ব্যবহার করে Mn এর জারণ অবস্থা + 2, + 3, + 4, + 6 এবং + 7 হতে পারে। এদের মধ্যে Mn^{2+} জারণ অবস্থা অত্যন্ত সুস্থিত; কারণ Mn^{2+} আয়নে অধিকতর সুস্থিত অর্ধপূর্ণ d অরবিটাল ($3d^5$) থাকে। জারণ অবস্থা বৃদ্ধির সঙ্গে ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন যৌগে সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি পায়। এসিডের সঙ্গে ম্যাঙ্গানিজের বিক্রিয়ায় Mn^{2+} আয়ন সৃষ্টি হয়। Mn^{2+} আয়ন জলীয় দ্রবণে হালকা গোলাপী বর্ণের হেঞ্জা অ্যাকুয়া ম্যাঙ্গানিজ (II) আয়ন $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ রূপে থাকে।



Mn (+2) জারণ অবস্থাকে অপেক্ষাকৃত শক্তিশালী জারক দ্বারা জারিত করে ক্রমান্বয়ে + 3, + 4 এবং + 7 জারণ অবস্থার ম্যাঙ্গানিজ যৌগ প্রস্তুত করা যায়। উচ্চ জারণ অবস্থায় ম্যাঙ্গানিজ আয়ন তুলনামূলকভাবে আকারে ছোট থাকে; তাই ইলেকটন গ্রহণ করে শক্তিশালী জারকরূপে সহজেই বিজারিত হতে পারে। তখন Mn এর জারণ অবস্থা +7 থেকে হ্রাস পেয়ে ক্ষারীয় মাধ্যমে + 6 যেমন, MnO_4^{2-} , প্রশম মাধ্যমে + 4 যেমন, MnO_2 এবং অম্লীয় মাধ্যমে + 2 যেমন, Mn^{2+} হয়ে থাকে। ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন জারণ অবস্থার অক্সাইডের উদাহরণ নিচে দেয়া হল :

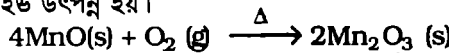
সারণি ৩.৯ : ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন জারণ অবস্থার যৌগসমূহ

ম্যাঙ্গানিজের অক্সাইডের নাম	সংকেত	Mn এর জারণ-অবস্থা	রাসায়নিক প্রকৃতি	তাদের দ্বারা উৎপন্ন যৌগ	যৌগের বর্ণ
১। ম্যাঙ্গানাস অক্সাইড বা ম্যাঙ্গানিজ (II) অক্সাইড	MnO	+ 2	অতি ক্ষারীয় অক্সাইড	ম্যাঙ্গানাস ক্লোরাইড, $MnCl_2$	হালকা গোলাপী।
২। ম্যাঙ্গানিক অক্সাইড বা ম্যাঙ্গানিজ (III) অক্সাইড	Mn_2O_3	+ 3	মৃদু ক্ষারীয় অক্সাইড	ম্যাঙ্গানিক ক্লোরাইড, $MnCl_3$	গোলাপী।
৩। ম্যাঙ্গানিক ডাইঅক্সাইড বা ম্যাঙ্গানিজ (IV) অক্সাইড	MnO_2	+ 4	উদ্ভবর্ধী অক্সাইড	১। ম্যাঙ্গানিক সালফেট $Mn(SO_4)_2$ ও ২। ক্যালসিয়াম ম্যাঙ্গানাইট $CaMnO_3$	বাদামি, কালো।
৪। ম্যাঙ্গানিক টাইঅক্সাইড বা ম্যাঙ্গানিজ (VI) অক্সাইড	MnO_3	+ 6	অল্পধর্মী অক্সাইড	পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VI) K_2MnO_4	সবুজ।
৫। ম্যাঙ্গানিক হেপ্টঅক্সাইড বা ম্যাঙ্গানিজ (VII) অক্সাইড	Mn_2O_7	+ 7	অতি অল্পধর্মী অক্সাইড	পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VII) $KMnO_4$	গাঢ় বেগুনি।

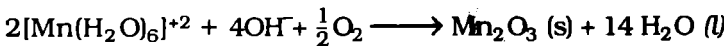
১। ম্যাঙ্গানিক ধাতু (Mn^0) থেকে Mn^{+2} যৌগ : ম্যাঙ্গানিক ধাতুর গুঁড়াকে HCl এসিডে যোগ করলে অথবা Cl_2 গ্যাস প্রবাহে রাখলে অথবা বায়ুতে উত্তপ্ত করলে যথাক্রমে $MnCl_2$ ও MnO উৎপন্ন হয়।



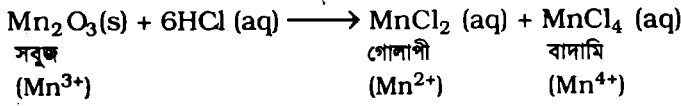
২। Mn^{+2} যৌগ থেকে Mn^{+3} যৌগ : কালো বর্ণের ম্যাঙ্গানাস অক্সাইড (MnO) কে বায়ুতে উত্তপ্ত করলে সবুজ বর্ণের ম্যাঙ্গানিক (III) অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



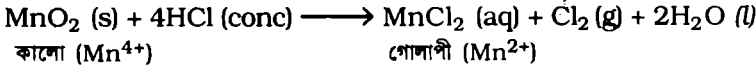
আবার হালকা গোলাপী বর্ণের ম্যাঙ্গানিজ (II) আয়নের দ্রবণে ক্ষার মিশিয়ে অক্সিজেন গ্যাস চালনা করলে সবুজ বর্ণের ম্যাঙ্গানিক (III) অক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



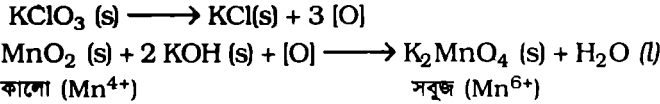
উল্লেখ্য এসিড দ্রবণে Mn^{3+} আয়ন সুস্থিত নয়, তাই অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়ায় $Mn(+2)$ এবং $Mn(+4)$ জারণ অবস্থার যৌগ গঠন করে। যেমন,



৩। Mn^{4+} যৌগ থেকে Mn^{2+} এবং Mn^{6+} যৌগ : (ক) ম্যাঙ্গানিজের +4 জারণ অবস্থার সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য যৌগ হল MnO_2 । গাঢ় বাদামি বা কালো বর্ণের MnO_2 শক্তিশালী জারকরূপে গাঢ় HCl এসিডকে জারিত করে ক্লোরিন গ্যাস এবং নিজে বিজারিত হয়ে $MnCl_2$ উৎপন্ন করে।

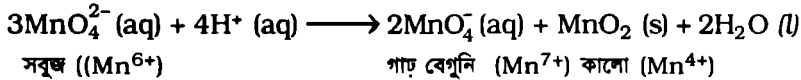


(খ) গাঢ় বাদামি বা কালো বর্ণের MnO_2 এর গুঁড়াকে কঠিন KOH এবং কঠিন জারক যেমন, পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) অথবা KNO_3 সহ উত্তাপে বিগলিত করলে সবুজ বর্ণের পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VI) উৎপন্ন হয়। এতে ম্যাঙ্গানিজের জারণ অবস্থা +4 থেকে +6 হয়ে থাকে।

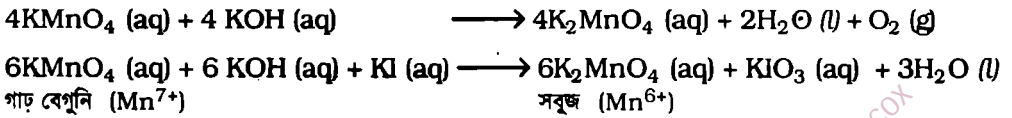


উল্লেখ্য, K_2MnO_4 একটি সবুজ বর্ণের কঠিন পদার্থ এবং দ্রবণে কেবল ক্ষারীয় মাধ্যমে স্থায়ী হয়।

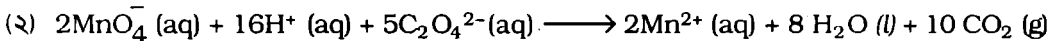
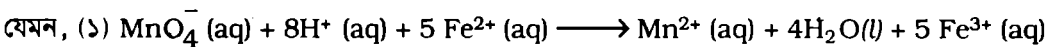
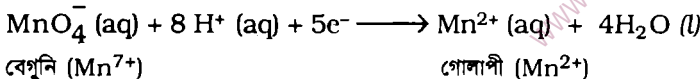
৪। Mn^{6+} যৌগ থেকে Mn^{7+} যৌগ : সবুজ বর্ণের ম্যাঙ্গানেট (VI) আয়ন অম্লীয় মাধ্যমে যেমন, CO_2 গ্যাস দ্রবণে চালনা করলে অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়ার মাধ্যমে কালো বর্ণের অদ্রবণীয় ম্যাঙ্গানিজ (IV) অক্সাইড ও গাঢ় বেগুনি বর্ণের ম্যাঙ্গানেট (VII) আয়নের দ্রবণ উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে ম্যাঙ্গানিজের জারণ অবস্থা +6 থেকে +4 এবং +7 হয়ে থাকে।



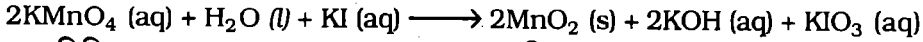
৫। Mn^{7+} যৌগ থেকে Mn^{6+} যৌগ : ক্ষারীয় মাধ্যমে গাঢ় বেগুনি বর্ণের পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VII) বিজারিত হয়ে সবুজ বর্ণের পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VI) আয়নে পরিণত হয়।



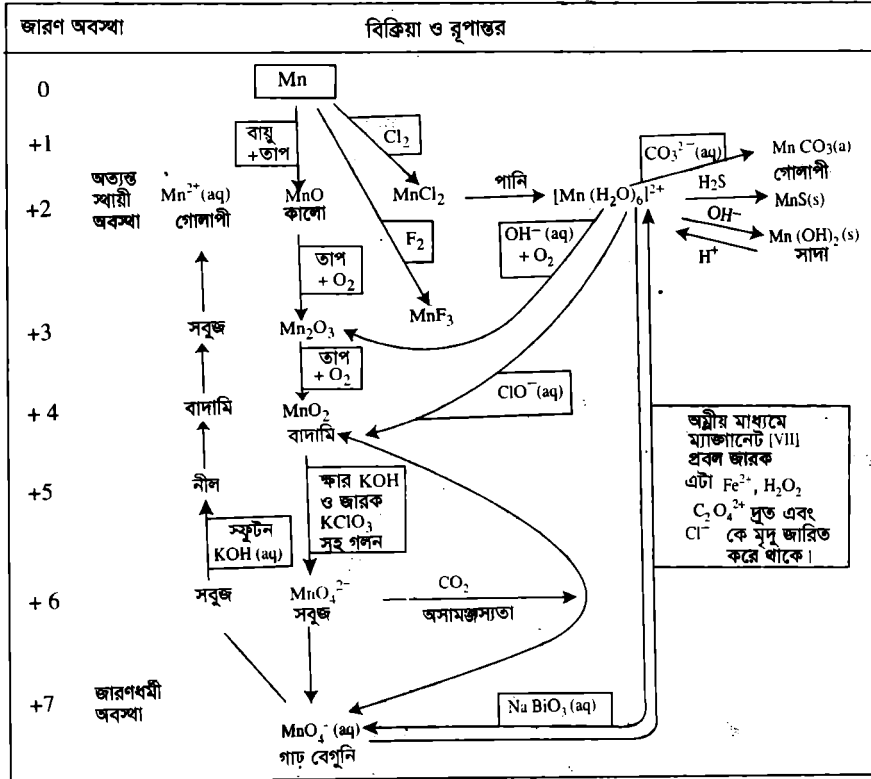
৬। Mn^{7+} যৌগ থেকে Mn^{2+} আয়ন : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত গাঢ় বেগুনি বর্ণের ম্যাঙ্গানেট (VII) আয়ন একটি শক্তিশালী জারক। এর প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) ও অক্সালেট আয়ন (বা ইথেন ডাইঅয়েট আয়ন) এর পরিমাণ টাইটেশনের মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়। তখন অম্লীয় মাধ্যমে ম্যাঙ্গানেট (VII) আয়ন বিজারিত হয়ে হালকা গোলাপী বর্ণের ম্যাঙ্গানাস আয়ন (Mn^{2+}) এ পরিণত হয়।



৭। Mn^{7+} যৌগ থেকে Mn^{4+} যৌগ : পারম্যাঙ্গানেট (VII) আয়নের প্রশম জলীয় দ্রবণের সাথে বিজারক পদার্থ যেমন, আয়োডাইড আয়নের বিক্রিয়ায় বেগুনি বর্ণের পারম্যাঙ্গানেট (VII) আয়ন বিজারিত হয়ে কালো বর্ণের ম্যাঙ্গানিজ (IV) অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



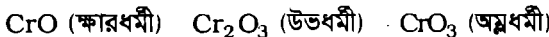
ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তরের তালিকা



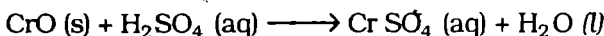
চিত্র ৩-৮ : ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের পারস্পরিক রূপান্তর প্রক্রিয়া।

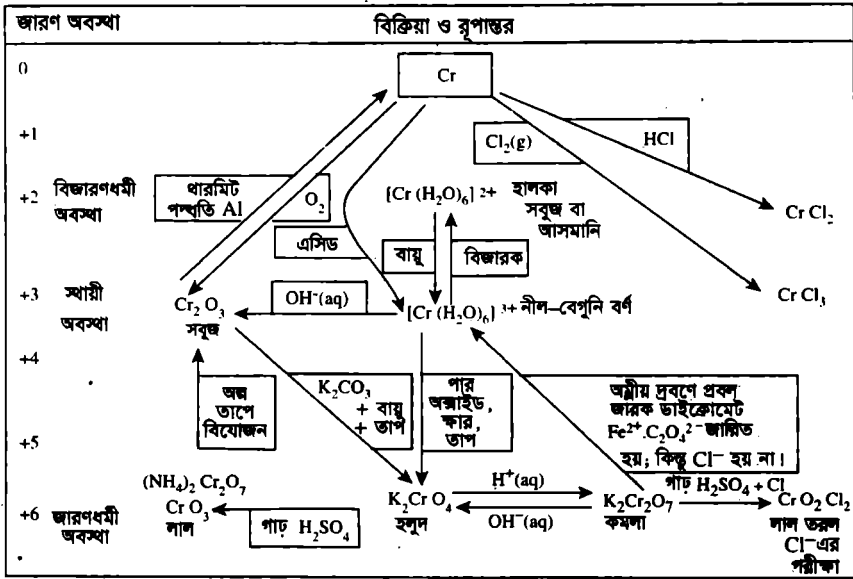
৩.১৩.২ ক্রোমিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর

ক্রোমিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হল Cr (24) = [Ar] 3d⁵ 4s¹। সুতরাং যোজ্যতা স্তরের 3d⁵ 4s¹ ইলেকট্রন ব্যবহার করে ক্রোমিয়াম দ্বারা সৃষ্ট যৌগে ক্রোমিয়ামের জারণ অবস্থা +2, +3 এবং +6 হয়ে থাকে। তবে এদের মধ্যে Cr³⁺ যৌগসমূহ সবচেয়ে স্থায়ী। উল্লেখ্য, Cr²⁺ যৌগসমূহ শক্তিশালী বিজারক এবং Cr⁶⁺ যৌগসমূহ শক্তিশালী জারকরূপে ক্রিয়া করে। ক্রোমিয়ামের জারণ অবস্থা বৃদ্ধির সাথে অক্সাইডসমূহের আয়নিক চরিত্র হ্রাস পায় এবং সমযোজ্যতা ধর্ম বৃদ্ধি পায়। ফলে এসব অক্সাইডের অম্লধর্ম বৃদ্ধি পায়। যেমন,



১। ক্ষারধর্মী ক্রোমাস অক্সাইড (CrO) লঘু এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। যেমন,





চিত্র ৩.৯ : ক্রোমিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর প্রক্রিয়া

৩.১৩.৩। ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর

ভ্যানাডিয়ামের ইলেকটন বিন্যাস হল $V(23) = [Ar] 3d^3 4s^2$ । সুতরাং $4s^2$ ও $3d^3$ অরবিটাল ইলেকটন

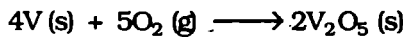
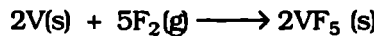
ব্যবহার করে ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন যৌগে এর জারণ অবস্থা + 2, + 3, + 4 এবং + 5 হয়ে থাকে।

তবে এদের মধ্যে V (+4) জারণ অবস্থা হল সবচেয়ে স্থায়ী। উল্লেখ্য, ভ্যানাডিয়ামের + 2 এবং + 3 জারণ-অবস্থার যৌগসমূহ বিজারক এবং এরা আয়নিক প্রকৃতির হয়। কিন্তু ভ্যানাডিয়ামের + 4 এবং + 5 জারণ অবস্থার যৌগসমূহ জারক। ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থার যৌগের উদাহরণ নিচে দেয়া হল :

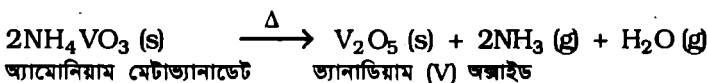
সারণি ৩.১১ : ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থার যৌগের নাম ও সংকেত

V এর জারণ-অবস্থা	যৌগের নাম ও সংকেত
+ 2	(১) ভ্যানাডিয়াম (II) ক্লোরাইড (VCl_2)।
+ 3	(১) ভ্যানাডিয়াম (III) অক্সাইড (V_2O_3), (২) ভ্যানাডিয়াম (III) ক্লোরাইড (VCl_3)
+ 4	(১) ভ্যানাডিয়াম (IV) অক্সাইড (VO_2) (২) ভ্যানাডিল ক্লোরাইড ($VOCl_2$)
+ 5	(১) ভ্যানাডিয়াম (V) অক্সাইড V_2O_5 , (২) ডাই অক্সো ভ্যানাডিয়াম ক্লোরাইড (VO_2Cl) (৩) সোডিয়াম মেটা ভ্যানাডেট ($NaVO_3$), (৪) সোডিয়াম অর্ধো ভ্যানাডেট (Na_3VO_4)

১। ভ্যানাডিয়াম ধাতু (V^0) থেকে V^{5+} যৌগ প্রস্তুতি : সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক ফ্লোরিন ও অক্সিজেন দ্বারা ভ্যানাডিয়াম ধাতু জারিত হয়ে যথাক্রমে ভ্যানাডিয়াম (V) ফ্লোরাইড (VF_5) ও ভ্যানাডিয়াম (V) অক্সাইড (V_2O_5) উৎপন্ন করে।

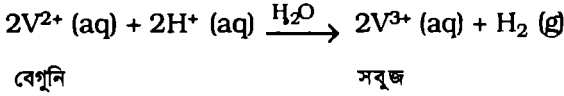


অ্যামোনিয়াম মেটাভ্যানাডেট (NH_4VO_3)-কে উত্তপ্ত করেও ভ্যানাডিয়াম (V) অক্সাইড (V_2O_5) প্রস্তুত করা যায়।

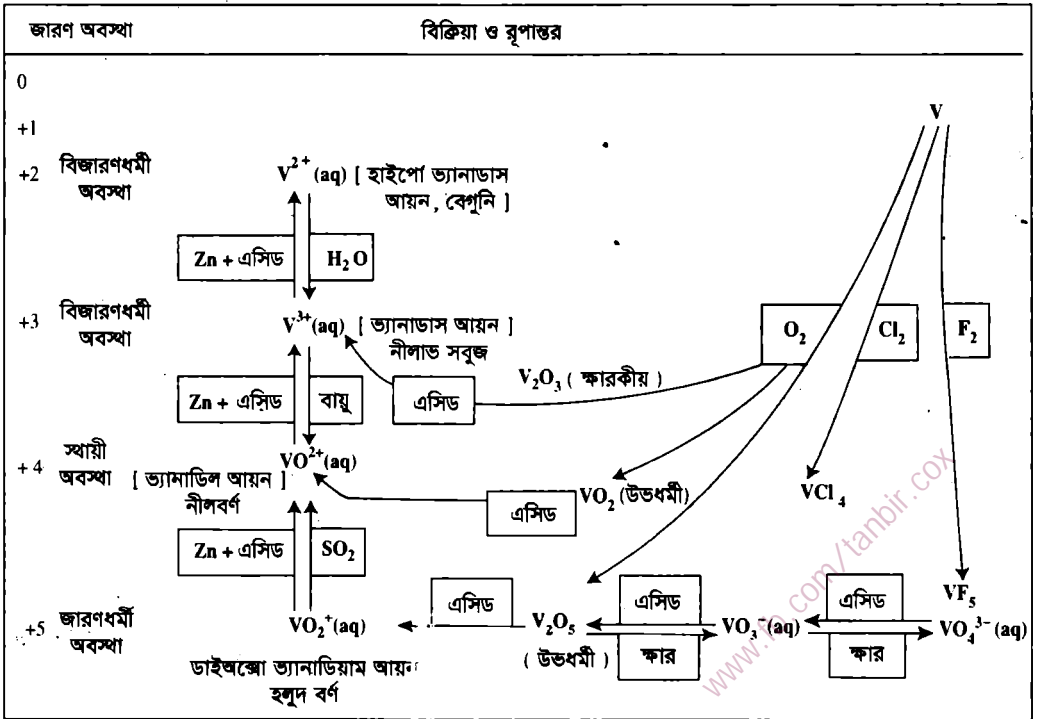
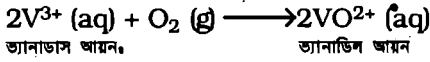


৪। V^{2+} আয়নকে অন্যান্য জারণ অবস্থায় রূপান্তর : ভ্যানাডিয়াম (II) অক্সাইড আয়নিক হওয়ায় তা পানিতে দ্রবীভূত হয়ে V^{2+} আয়নের বেগুনি দ্রবণ উৎপন্ন করে। উপযুক্ত জারক সহযোগে V^{2+} আয়ন জারিত হয়ে + 3 এবং + 4 জারণ অবস্থা লাভ করে। যেমন,

(ক) জলীয় দ্রবণে বেগুনি বর্ণের ভ্যানাডিয়াম (II) আয়ন পানিকে ধীরে ধীরে বিজারিত করে H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে এবং নিজে জারিত হয়ে সবুজ বর্ণের ভ্যানাডাস আয়ন (V^{3+}) এ পরিণত হয়।



(খ) আবার সবুজ বর্ণের ভ্যানাডাস আয়নের দ্রবণে অক্সিজেন গ্যাস চালনা করলে ভ্যানাডাস আয়ন (V^{3+}) জারিত হয়ে সবুজ দ্রবণটি নীল বর্ণের অধিকতর স্থায়ী ভ্যানাডিল আয়ন (VO^{2+}) এর দ্রবণে পরিণত হয়।



চিত্র ৩.১০ : ভ্যানাডিয়ামের বিভিন্ন জারণ অবস্থা ও তাদের রূপান্তর প্রক্রিয়া

(৫) লৌহ বা আয়রন (Iron, Ferrum, Fe)

৩.১৪ লৌহের অবস্থান বা উৎস (Occurance of iron)

ভূত্বকের প্রায় ৪.১৫% হল লৌহের যৌগ। লৌহের প্রধান প্রধান খনিজ ও আকরিক হল :

১। ম্যাগনেটাইট	(Magnetite),	Fe_3O_4 [এর মধ্যে ৭০% লৌহ থাকে।]
২। রেড হিমাটাইট	(Red Haematite),	Fe_2O_3
৩। লিমোনাইট	(Limonite),	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$
বা ব্রাউন হিমাটাইট	(Brown Haematite)	
৪। সাইডেরাইট বা স্প্যাথোজ	(Siderite),	$FeCO_3$
৫। আয়রন পাইরাইটস্	(Iron pyrites),	FeS_2

আয়রন পাইরাইটস্ লৌহের খনিজ হলেও আকরিক নয়। আয়রন পাইরাইটস্ থেকে লৌহ নিষ্কাশন করা হয় না।

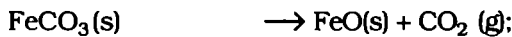
আয়রন পাইরাইটস্ (FeS_2) থেকে SO_2 উৎপাদন করা হয়।

৩.১৫ আকরিক থেকে লৌহ নিষ্কাশন : ঢালাই লৌহ উৎপাদন

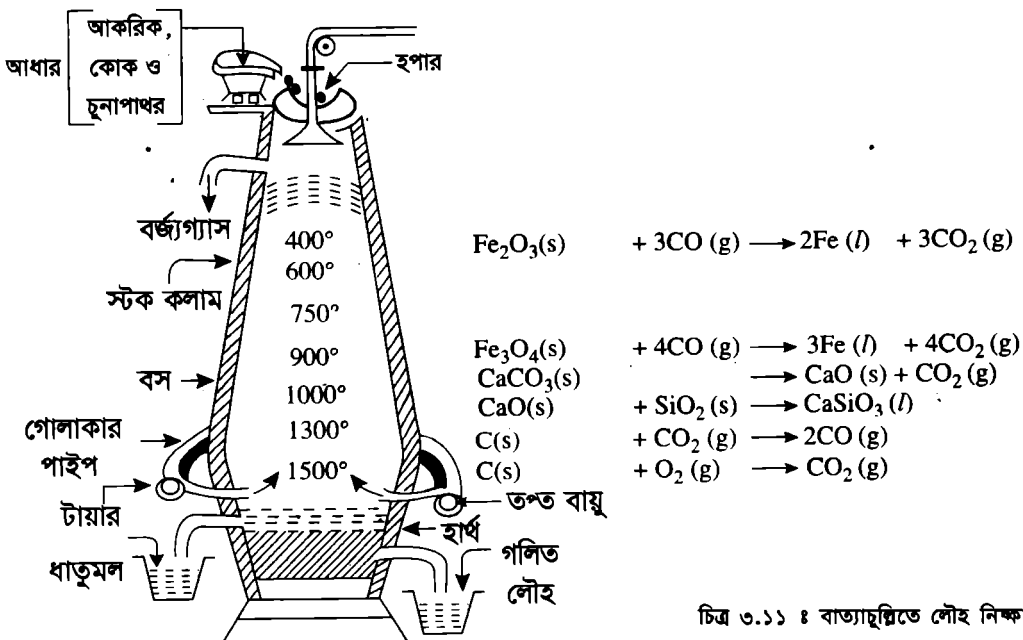
Extraction of iron from ores : Manufacture of cast iron

লৌহ নিষ্কাশন পদ্ধতিটি প্রধানত দু' স্তরে সম্পন্ন করা হয়; যেমন, (১) আকরিকের তাপজারণ অথবা ভস্মীকরণ ও (২) বিগলন বা কার্বন বিজারণ। কিন্তু নিম্নমানের লৌহ আকরিকের বেলায় আকরিকের গাটীকরণ প্রয়োজন হয়।

১। ভস্মীকরণ বা প্রাথমিক তাপজারণ : লৌহ আকরিকের সাথে কোক কয়লা মিশ্রিত করে ঐ মিশ্রণকে পোড়ানো হয়। ফলে আকরিকের পানি বাষ্প, সালফার, আর্সেনিক ও অন্যান্য পদার্থ উদ্বায়ী যৌগরূপে দূরীভূত হয়। কার্বনেট আকরিক বিয়োজিত হয়ে ফেরাস অক্সাইড ও পরে ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়।

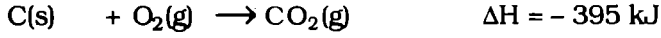


২। বাত্যাচুল্লিতে বিগলন : ভস্মীকৃত লৌহ আকরিক, কোক কার্বন ও চূনা পাথরকে যথাক্রমে ৪ : ৪ : ১ ওজন অনুপাতে মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে বাত্যাচুল্লিতে হপারের মাধ্যমে যোগ করা হয়। মিশ্রণের মধ্যস্থ কোক-কার্বন চুল্লির টায়ারের মুখে তপ্ত বায়ুর ঝাপটায় প্রজ্বলিত হয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও প্রচুর তাপ উৎপন্ন করে।



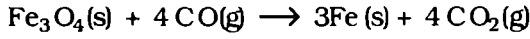
চিত্র ৩.১১ : বাত্যাচুল্লিতে লৌহ নিষ্কাশন।

ফলে চুল্লির বসের নিকট তাপমাত্রা প্রায় 1,500°C এর অধিক হয়ে থাকে। উৎপন্ন CO₂ গ্যাস ওপর দিকে ওঠার সময় লোহিত তপ্ত কোক-কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে কার্বন মনোঅক্সাইডে পরিণত হয়।

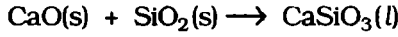


(ক) বাত্যাচুল্লির বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন তাপমাত্রায় নিম্নরূপ রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে থাকে। যেমন,

(১) চুল্লির ওপরের অংশ বা স্টক-কলামে প্রায় 400° - 900° C তাপমাত্রায় আয়রন অক্সাইডসমূহ যেমন, ফেরিক অক্সাইড (Fe₂O₃) ও ফেরোসো ফেরিক-অক্সাইড (Fe₃O₄) উর্ধ্বগামী কার্বন মনোঅক্সাইড দ্বারা বিজারিত হয়ে ধাতব স্পঞ্জ লৌহে পরিণত হয়।

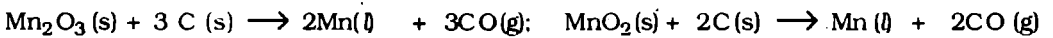
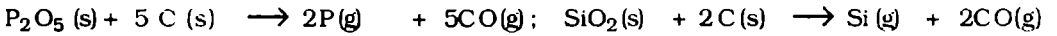
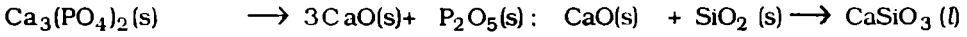


(২) চুল্লির মধ্যভাগে বা বসের সামান্য ওপরে প্রায় 900° - 1000°C তাপমাত্রায় আধারের মধ্যস্থ চূনাপাথর বিয়োজিত হয়ে ক্যালসিয়াম অক্সাইড বা চুন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে। উৎপন্ন চুন (CaO) খনিজমল সিলিকার সাথে যুক্ত হয়ে ধাতুমল ক্যালসিয়াম সিলিকেট (CaSiO₃) উৎপন্ন করে।



ধাতুমল

(৩) চুল্লির নিম্নাংশ বা বসের নিকট প্রায় 1,300° - 1,400° C তাপমাত্রায় আকরিকের অধিক স্থায়ী খনিজমল যেমন, ক্যালসিয়াম ফসফেট, ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইডসমূহ ও কিছু পরিমাণ সিলিকা যথাক্রমে তাপবিয়োজিত ও লোহিত তপ্ত কোক-কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে ফসফরাস, ম্যাঙ্গানিজ ও সিলিকন উৎপন্ন করে। কিছু সিলিকা চূনের সাথে বিক্রিয়া করে ধাতুমল ক্যালসিয়াম সিলিকেট (CaSiO₃) উৎপন্ন করে।

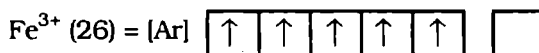
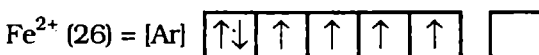
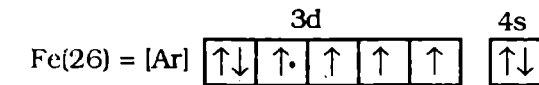


উৎপন্ন ফসফরাস, ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন ও কিছু কার্বন গলিত লৌহ দ্বারা শোষিত হয়। সময় মত চুল্লির ওপরের নির্গম নল দিয়ে ধাতুমল ও হার্শের নিচের নির্গম নল দিয়ে গলিত লৌহকে বের করে নেয়া হয়। একে কাস্ট আয়রন বা ঢালাই লৌহ বলে। এতে মোটামুটি 2 - 4.5% কার্বন, 1-1.5% সিলিকন, 0.4% ম্যাঙ্গানিজ ও 0.1% ফসফরাস থাকে।

৩.১৫ (১) লৌহের বিভিন্ন ধাতু সংকর : অনুচ্ছেদ ৩.২ এর '৪। অবস্থান্তর মৌলের ব্যবহার'-এ স্টব্যা।

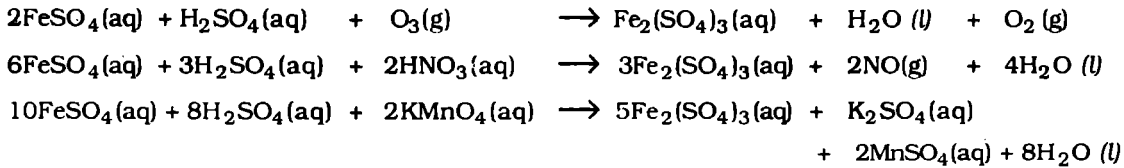
৩.১৬ লৌহের যৌগসমূহ (Compounds of iron)

লৌহের পরমাণুর সর্ববহিস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস হল 3d⁶4s² এবং এর জারণ অবস্থা প্রধানত +2 এবং +3। ফলে দ্বিযোজী ফেরাস (Fe²⁺) এবং ত্রিযোজী ফেরিক (Fe³⁺) যৌগ পাওয়া যায়।



সাধারণত ফেরাস (Fe^{2+}) যৌগসমূহ অপেক্ষা ফেরিক (Fe^{3+}) যৌগসমূহ অধিক স্থায়ী। ইলেকট্রন বিন্যাসটি দেখলেই তা বোঝা যায়; $4s^2$ ইলেকট্রন চলে যাওয়ায় + 2 জারণ অবস্থা হয়। $4s^2$ ইলেকট্রন ও $3d^6$ থেকে একটি ইলেকট্রন অর্থাৎ মোট তিনটি ইলেকট্রন চলে যাওয়ায় + 3 জারণ অবস্থা হয়। $3d^6$ থেকে একটি ইলেকট্রন চলে গেলে $3d$ স্তরটি অর্ধপূর্ণ ($3d^5$) হয়; ফলে তা অধিক সুস্থিত হয়।

(১) ফেরাস লবণসমূহ সাধারণত হালকা সবুজ বর্ণের। (২) ফেরাস আয়নে মাত্র দুটি ধনাত্মক আধান থাকায় Fe^{2+} আয়ন দ্বারা অ্যানায়নের পোলারায়ন কম হয়। তাই ফেরাস লবণ সহজে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। (৩) ফেরাস লবণসমূহ বিজারণধর্মী হয়। এরা বাতাস, অক্সিজেন, ওজোন, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড, নাইট্রিক এসিড, পারম্যাঙ্গানেট, ডাইক্রোমেট প্রভৃতিকে বিজারিত করে এবং একই সাথে নিজেরা জারিত হয়ে ফেরিক লবণে রূপান্তরিত হয়। যেমন,

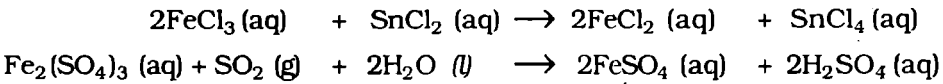


অপরদিকে (১) ফেরিক লবণসমূহ হলুদ বা বাদামি বর্ণের হয়। (২) ফেরিক আয়নের ওপর তিনটি ধনাত্মক আধানের ফলে এরা অ্যানায়নের অধিক পোলারায়ন ঘটায়। ফলে ফেরিক লবণসমূহ সহজে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়।



এ কারণে ফেরিক লবণের জলীয় দ্রবণে কিছু এসিড যোগ করে রাখতে হয়।

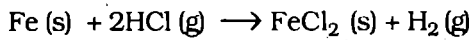
(৩) ফেরিক লবণসমূহ মৃদু জারক গুণসম্পন্ন। এরা $SnCl_2$, SO_2 , H_2S প্রভৃতিকে জারিত করে এবং একই সাথে নিজেরা বিজারিত হয়ে ফেরাস লবণ উৎপন্ন করে। যেমন,



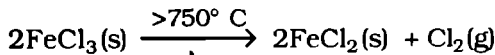
এখানে লৌহের ক্লোরাইড লবণ ও সালফেট লবণ সম্বন্ধে আলোচনা করা হল :

(ক) অনার্দ্র ফেরাস ক্লোরাইড, বা আয়রন (II) ক্লোরাইড, $FeCl_2$ (Anhydrous $FeCl_2$)

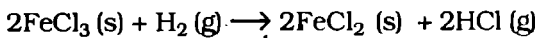
প্রস্তুতি : (১) উত্তপ্ত লৌহের ওপর হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস চালনা করলে অনার্দ্র ফেরাস ক্লোরাইড ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়।



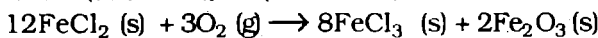
(২) ফেরিক ক্লোরাইডকে $750^\circ C$ -এর উর্ধ্বে উত্তপ্ত করলে এটি বিয়োজিত হয়ে ফেরাস ক্লোরাইড ও ক্লোরিন গ্যাসে পরিণত হয়।



(৩) অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হয়ে ফেরাস ক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন করে।

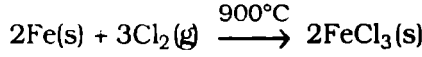


ধর্ম : অনার্দ্র ফেরাস ক্লোরাইড বর্ণহীন ও পানিগ্রাহী কেলাস। এটি পানিতে দ্রবণীয়। বাতাসে উত্তপ্ত করলে ফেরাস ক্লোরাইড খুব সহজেই জারিত হয়ে ফেরিক ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



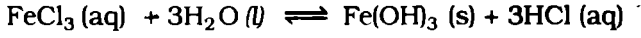
(খ) অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড বা আয়রন (III) ক্লোরাইড, FeCl_3 (Anhydrous FeCl_3)

প্রস্তুতি : লৌহ গুঁড়াকে শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাসে 900°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে কালো বর্ণের অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড পাওয়া যায়। উৎপন্ন FeCl_3 উর্ধ্বপাতিত হয়ে গ্রাহক পাত্রে দানাদার উৎক্ষেপনরূপে জমা হয়।



ধর্ম : (১) অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইডের বর্ণ কালো। অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড পানি, অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রাব্য।

(২) জলীয় দ্রবণে ফেরিক ক্লোরাইড আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ফেরিক হাইড্রক্সাইড ও লঘু HCl এসিড উৎপন্ন করে। তাই FeCl_3 এর জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী হয়।



ব্যবহার : ফেরিক ক্লোরাইড ওষুধরূপে ও ল্যাবরেটরিতে বিকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া ইলেকট্রনিক্সে প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড (P.C.B.) তৈরিতে এটি ব্যবহৃত হয়। অনার্দ্র FeCl_3 জৈব বিক্রিয়ায় প্রভাবকরূপে ব্যবহৃত হয়।

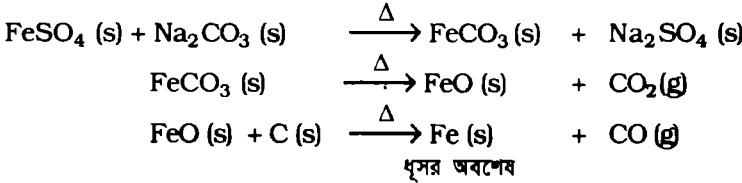
৩.১৭ লৌহের শনাক্তকরণ পরীক্ষা (Identification test for iron)

১। শুষ্ক পরীক্ষা : কাঠ কয়লা পরীক্ষা (Dry test : Charcoal test) :

পরীক্ষণ : পরীক্ষণীয় লবণের অল্প পরিমাণের সাথে দ্বিগুণ পরিমাণ Na_2CO_3 মিশ্রিত করে ঐ মিশ্রণকে কাঠ কয়লার গর্তে নিয়ে বুনসেন বার্নারের বিজারণ শিখায় ফুৎনলের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়।

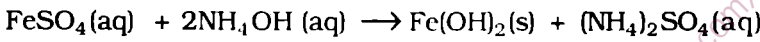
পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : কাঠ কয়লার গর্তে ধূসর অবশেষ পাওয়া যায়, যা চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়। অর্থাৎ ধূসর অবশেষে আয়রন গুঁড়া উৎপন্ন হয়েছে। এতে সিদ্ধান্ত করা যায় যে, পরীক্ষণীয় লবণটিতে লৌহ (Fe) উপস্থিত।

রাসায়নিক ব্যাখ্যা : লৌহ লবণ যেমন, FeSO_4 ও Na_2CO_3 এর বিক্রিয়ায় লৌহের অক্সাইড (FeO) উৎপন্ন হয়। শেষে FeO কাঠ কয়লার কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে ধূসর লৌহ গুঁড়া উৎপন্ন হয়।

২। সিক্ত পরীক্ষা : ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) ও ফেরিক আয়ন (Fe^{3+}) এর শনাক্তকরণ ও পার্থক্যকরণ : (Wet test : Identification of Fe^{2+} & Fe^{3+} ions)(১) NH_4OH দ্রবণসহ পরীক্ষা :

পরীক্ষণ : টেস্টটিউবে লৌহ লবণের জলীয় দ্রবণ নেয়া হল। এরপর ঐ দ্রবণে NH_4OH দ্রবণ যোগ করা হল।

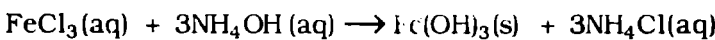
পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : (ক) যদি সবুজ অধঃক্ষেপ পড়ে; তবে লৌহ লবণের দ্রবণে ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) উপস্থিত ও নিশ্চিত।



আয়রন (II) হাইড্রক্সাইড

(সবুজ)

(খ) যদি বাদামি অধঃক্ষেপ পড়ে; তবে লৌহ লবণের দ্রবণে ফেরিক আয়ন (Fe^{3+}) উপস্থিত ও নিশ্চিত :

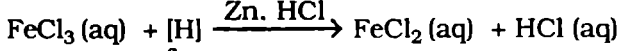


আয়রন (III) হাইড্রক্সাইড

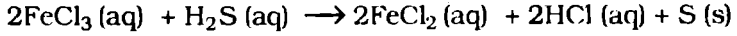
(বাদামি)

(খ) ফেরিক লবণকে ফেরাস লবণে পরিবর্তন (Conversion of Fe³⁺ to Fe²⁺ salt) :

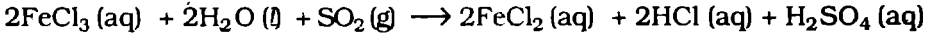
ফেরিক লবণকে এর দ্রবণে শক্তিশালী বিজারক দ্বারা বিজারিত করে ফেরাস লবণে পরিণত করা হয়। সাধারণত জায়মান হাইড্রোজেন, H₂S গ্যাস, SO₂ ও স্টেনাস ক্লোরাইড (SnCl₂) বিজারকরূপে ব্যবহৃত হয়। যেমন,
১। ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণে জিংক ও HCl-এসিড যোগ করলে জিংক ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন ফেরিক ক্লোরাইডকে বিজারিত করে ফেরাস ক্লোরাইড ও লঘু HCl এসিডে পরিণত করে।



২। H₂S দ্বারা বিজারণ : ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণে H₂S-গ্যাস চালনা করলে ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণকে হাইড্রোজেন সালফাইড বিজারিত করে ফেরাস ক্লোরাইড, লঘু HCl ও সালফার গুঁড়া উৎপন্ন করে।



৩। SO₂ দ্বারা বিজারণ : ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণে SO₂ গ্যাস চালনা করলে ফেরিক ক্লোরাইডকে সালফার ডাইঅক্সাইড বিজারিত করে ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত করে। এছাড়া বিক্রিয়ায় HCl এসিড ও লঘু H₂SO₄ এসিড উৎপন্ন হয়।

**(৬) কোবাল্ট (Cobalt) Co****৩.১৯ কোবাল্টের অবস্থান বা উৎস (Occurance of cobalt)**

কোবাল্ট প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। এটি প্রায়ই Fe ও Ni-এর মত ধাতুর সাথে আর্সেনিক ও সার্নফারের আকরিক হিসেবে পাওয়া যায়। কোবাল্টের প্রধান আকরিকগুলো হল :

- ১। স্মলটাইট বা স্পাইস কোবাল্ট (Smaltite) (Co, Ni, Fe)As₂
- ২। কোবাল্টাইট বা কোবাল্ট গ্র্যান্স (Cobaltite) (Co, As)S
- ৩। লিনাসাইট (Linnacite), (Fe, Co, Ni)₃S₄

৩.২০ আকরিক থেকে কোবাল্ট নিষ্কাশন**Extraction of cobalt from its ores**

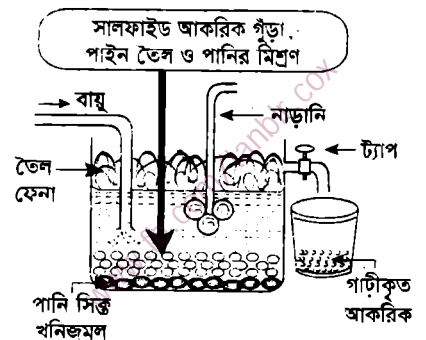
কোবাল্টের আকরিকে কিছু অন্যান্য ধাতু বিদ্যমান থাকায় কোবাল্টকে খুবই জটিল প্রক্রিয়ায় নিষ্কাশন করা হয়। কোবাল্টের প্রধান আকরিক কোবাল্টাইট ও স্পাইস কোবাল্ট থেকে কোবাল্ট নিষ্কাশন নিম্ন মতে করা হয় :

১। গাঢ়ীকরণ : কোবাল্ট গ্র্যান্স সালফাইড আকরিককে বিচূর্ণ করে তৈল ফেনা ভাসমান পদ্ধতিতে গাঢ় করা হয়।

তৈল ফেনা ভাসমান পদ্ধতি :

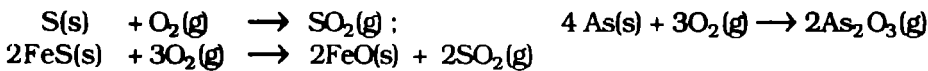
সালফাইড আকরিক গুঁড়া, পাইন তৈল ও পানির মিশ্রণে বায়ু চালনা করে মিশ্রণকে সজোরে নাড়ানো হয়। ভেজাল বা খনিজমল পানি সিক্ত হয়ে পাত্রের তলায় পড়ে থাকে, কিন্তু প্রকৃত ধাতব সালফাইড গুঁড়া তৈল সিক্ত হয়ে তৈল ফেনা স্তরে ভাসমান থাকে। তৈল ফেনাতে ভাসমান আকরিক ট্যাপ খুলে পৃথক করা হয়। তৈলের ফেনা সরে গেলে সালফাইড আকরিক গুঁড়া পাত্রের তলায় পড়ে থাকে। ওপর থেকে ঐ তৈল ঢেলে পদ্ধতিতে পুনরায় ব্যবহার করা হয়। গাঢ়ীকৃত সালফাইড আকরিককে তাপজারণে ব্যবহার করা হয়।

তৈল ফেনা ভাসমান পদ্ধতি কেবল সালফাইড আকরিক যেমন কোবাল্টাইট, পেন্টল্যান্ডাইট, কপার গ্র্যান্স, কপার পাইরাইটস, জিংকব্লেন্ড ইত্যাদি গাঢ়ীকরণে প্রয়োগ করা হয়।



চিত্র ৩.১২ : তৈল ফেনা ভাসমান পদ্ধতিতে সালফাইড আকরিক গাঢ়ীকরণ।

২। তাপজারণ : গাঢ়ীকৃত সালফাইড আকরিককে তাপজারিত করলে আকরিকের মধ্যস্থ S জারিত হয়ে SO_2 হিসেবে এবং স্মলটাইট আকরিকের As জারিত হয়ে As_2O_3 হিসেবে দূরীভূত হয়। অপরদিকে FeS জারিত হয়ে FeO এ পরিণত হয়।



৩। বিগলন : তাপজারিত আকরিক মিশ্রণের সাথে সিলিকা বাসি ও চূনা পাথর যোগ করে বাত্যাচুল্লিতে বিগলিত করা হয়। গলিত স্তূপের উপরিভাগে ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ফেরাস সিলিকেট ধাতুমল উৎপন্ন হয় :



এরূপে কোবাল্ট আকরিকের গাঢ়ীকরণ ও বিগলনের ফলে উৎপন্ন গলিত সিলিকেট তরলের নিচে কিছু আর্সেনাইডসহ প্রধানত কোবাল্ট, নিকেল ও কপারের সালফাইডসমূহ জমা হয়। এ সালফাইড মিশ্রণকে 'স্পাইস' বলে।

স্পাইস থেকে কোবাল্ট ধাতু উৎপাদন :

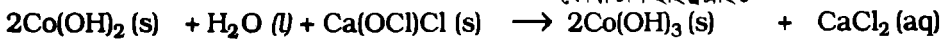
৪। NaCl-এর সাথে স্পাইসের তাপজারণ : স্পাইসকে বিচূর্ণ করে একটি পরাবর্তক চুল্লিতে তাপজারিত করলে As ও S যথাক্রমে As_2O_3 ও SO_2 এ রূপান্তরিত ও দূরীভূত হয়। অবশিষ্টাংশের সাথে অধিক NaCl মিশ্রিত করে তাপজারিত করলে Co, Ni, Fe ও Cu প্রভৃতি ধাতুর যৌগসমূহ ক্লোরাইডে পরিণত হয়।

৫। Fe এবং Cu পৃথকীকরণ : ধাতুসমূহের ক্লোরাইড মিশ্রণকে ফুটন্ত পানিতে দ্রবীভূত করা হয়। পরিসৃত দ্রবণে চূনা পাথর গুঁড়া যোগ করলে আয়রন ক্লোরাইড $FeCO_3$ হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। অধঃক্ষেপ পৃথক করার পর প্রাপ্ত পরিসৃত দ্রবণে মধ্যে Na_2CO_3 দ্রবণ যোগ করলে কপার ক্লোরাইড $CuCO_3$ হিসেবে অধঃক্ষিপ্ত হয়। এ রূপে প্রাপ্ত পরিসৃত দ্রবণে Co ও Ni ক্লোরাইড অবিকৃত অবস্থায় থেকে যায়।

৬। Ni ও Co পৃথকীকরণ : Ni ও Co ধাতুর ক্লোরাইডের দ্রবণকে সাবধানতার সাথে কলিচুন ও ব্লিচিং পাউডার সহযোগে উত্তপ্ত করলে সমস্ত $CoCl_2$ অদ্রবণীয় কোবাল্টিক হাইড্রক্সাইড $[Co(OH)_3]$ রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং $NiCl_2$ দ্রবণে থেকে যায়।

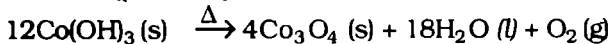


কোবাল্টাস হাইড্রক্সাইড

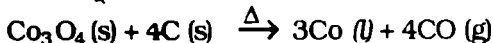


কোবাল্টিক হাইড্রক্সাইড

প্রাপ্ত $Co(OH)_3$ -এর অধঃক্ষেপকে লুকিয়ে পোড়ালে কোবাল্টো-কোবাল্টিক অক্সাইড (Co_3O_4) পাওয়া যায়।



৭। বিজারণ : কোবাল্টো-কোবাল্টিক অক্সাইড (Co_3O_4)-কে কোক কার্বনের সাথে চুল্লিতে উত্তপ্ত করলে এটি বিজারিত হয়ে কোবাল্ট ধাতুতে পরিণত হয়।



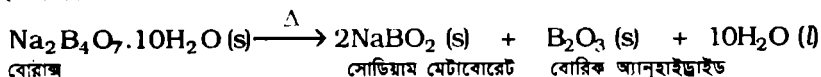
৩.২.১ কোবাল্ট শনাক্তকরণ পরীক্ষা (Identification test of cobalt)

(ক) শুষ্ক পরীক্ষা : বোরাক্স 'বিড পরীক্ষা (Dry test : Borax bead test) :

পরীক্ষণ : একটি প্রাটিনাম তারের অগ্রভাগে গোলাকার লুপ তৈরি করে ঐ লুপকে উত্তপ্ত করে তাকে বোরাক্স পাউডার লাগিয়ে পুনরায় দীপ্তিহীন শিখায় উত্তপ্ত করলে স্বচ্ছ বর্ণহীন বোরাক্স বিড বা গুটি তৈরি হয়। তপ্ত বোরাক্স গুটিতে সামান্য পরীক্ষণীয় লবণ লাগিয়ে বুনসেন বার্নারের জাবণ শিখায় উত্তপ্ত করা হয়।

পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : বোরাক্স বিড বা গুটির বর্ণ উত্তপ্ত ও শীতল উভয় অবস্থায় নীল দেখায়। তাই এতে সিদ্ধান্ত করা যায় পরীক্ষণীয় লবণে কোবাল্ট (Co) উপস্থিত।

রাসায়নিক ব্যাখ্যা : বোরাক্স বিড বা গুটি হল বোরিক অ্যানহাইড্রাইড (B_2O_3) ও সোডিয়াম মেটাবোরেটের ($NaBO_2$) মিশ্র স্বচ্ছ পদার্থ।

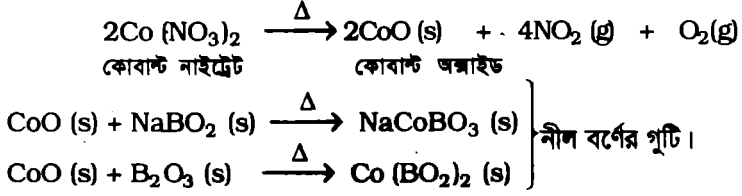


বোরাক্স

সোডিয়াম মেটাবোরেট

বোরিক অ্যানহাইড্রাইড

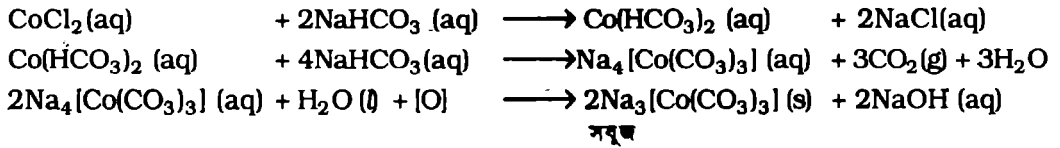
কোবাল্ট লবণ যেমন, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ বিয়োজনে উৎপন্ন কোবাল্ট অক্সাইড (CoO) বোরাক্স বিডের উভয় উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে কোবাল্ট (II) মেটাবোরেট $\text{Co}(\text{BO}_2)_2$ ও সোডিয়াম কোবাল্ট অর্ধোবোরেট এর নীল বর্ণের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



(খ) সিত্ত পরীক্ষা : দ্রবণে কোবাল্ট আয়ন (Co^{2+}) এর নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা :

(Wet test : Confirmation test of Co^{2+} ion)

পরীক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : কোবাল্ট লবণ যেমন, CoCl_2 এর দ্রবণে NaHCO_3 দ্রবণ ও অল্প ব্রোমিন দ্রবণ যোগ করে মিশ্রণটিকে ২-৩ মিনিট নাড়ানো হয়। পরে মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হয়। উত্তপ্ত অবস্থায় বৃদ্ধ সোডিয়াম কোবাল্ট কার্বনেট উৎপন্ন হয়। এটি কোবাল্ট আয়নের নিশ্চিত পরীক্ষা :



(৭) নিকেল (Nickel) Ni

৩.২২ নিকেলের অবস্থান বা উৎস (Occurance of nickel)

প্রকৃতিতে নিকেল মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। নিকেলের প্রধান আকরিকের নাম ও সংকেত নিম্নরূপ :

১। পেন্টল্যান্ডাইট	(Pentlandite)	(Ni, Cu, Fe)S
২। স্মলটাইট বা স্পাইস কোবাল্ট	(Smaltite)	(Ni, Co, Fe) As ₂
৩। মিলিরাইট	(Millirite)	NiS
৪। নিকোলাইট	(Nicolite)	NiAs
৫। নিকেল গ্ল্যান্স	(Nickel Glance)	NiAsS
৬। গারনিয়ারাইট	(Garnierite)	(Ni, Mg)SiO ₃ · xH ₂ O

এ সব খনিজে নিকেলের সাথে আয়রন ও কোবাল্ট ছাড়াও কিছু পরিমাণ কপার এবং স্বল্প পরিমাণে সিলভার, গোল্ড, প্রাটিনাম ও প্যালাডিয়াম মিশ্রিত থাকে। পেন্টল্যান্ডাইট হচ্ছে নিকেলের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ আকরিক।

৩.২৩ আকরিক থেকে নিকেল নিষ্কাশন

Extraction of nickel from its ores

পেন্টল্যান্ডাইট আকরিক থেকে নিকেল ধাতু নিষ্কাশন নিম্ন মতে করা হয় :

১। আকরিকের গাঢ়ীকরণ : আকরিককে বিচূর্ণ করে ভেল ফেনা ভাসমান পদার্থে গাঢ়ীকৃত করা হয়।

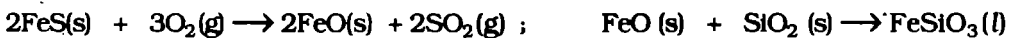
গাঢ়ীকৃত আকরিককে চুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। অতিরিক্ত সালফার জারিত হয়ে সালফার ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে এবং আয়রন সালফাইড আংশিকভাবে ফে স অক্সাইডে জারিত হয়।



২। বিগলন : আংশিকভাবে জারিত আকরিককে সিলিকা, কোক এবং কিছু চুনা পাথরের সাথে বাতাসচুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। এ সময় ফেরাস অক্সাইড বিলিকার সাথে বিক্রিয়া করে ধাতুমল ফেরাস সিলিকেট এবং CaO বিলিকার সাথে বিক্রিয়া করে CaSiO_3 উৎপন্ন করে। এ দুটি সিলিকেট ধাতুমলকে দূর করা হয়।



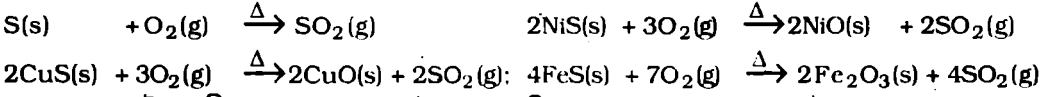
৩। বেসিমারকরণ : অতঃপর সালফাইডসমূহের গলিত মিশ্রণকে পর্যাপ্ত সিলিকার সাথে বেসিমার চুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। এখানে প্রায় সব আয়রন সালফাইড ফেরাস সিলিকেট (FeSiO_3)-এ রূপান্তরিত হয় এবং দূর করা হয়।



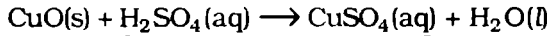
বিগলিত পেন্টল্যান্ডাইট আকরিককে বেসিমার চুল্লিতে সিলিকাসহ জারণের পর প্রায় সব আয়রন সালফাইডকে ফেরাস সিলিকেটরূপে দূর করে প্রাপ্ত গলিত পদার্থকে নিকেল-ম্যাট (matte) বলে। নিকেল ম্যাটে প্রধানত NiS ও CuS এবং অল্প FeS থাকে। এতে প্রায় 55% Ni, 25-30% Cu, 14-17% S এবং 0.1-0.5% আয়রন থাকে।

৪। মন্ডের পদ্ধতিতে নিকেল উৎপাদন (Mond's process) : নিকেল ম্যাট থেকে নিকেল উৎপাদন মন্ডের পদ্ধতিতে নিম্নরূপে করা হয়।

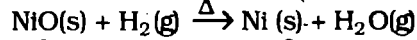
(ক) তাপজারণ : বেসিমার চুল্লি থেকে প্রাপ্ত 'নিকেল ম্যাট'-কে একটি বিশেষ চুল্লিতে পোড়ানো হয়। ফলে ধাতব সালফাইডসমূহ জারিত হয়ে ধাতুসমূহের অক্সাইডে পরিণত হয় এবং সালফার জারণে উৎপন্ন SO₂ গ্যাস দূরীভূত হয় :



(খ) কপার অক্সাইড দূরীকরণ : ধাতুর অক্সাইডসমূহের মিশ্রণকে 80°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত 15% H₂SO₄ দ্বারা দ্রবীভূত করা হয়। ফলে বেশির ভাগ কপার অক্সাইড কপার সালফেট হিসেবে দূরীভূত হয় :

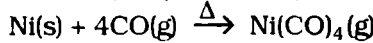


(গ) নিকেল অক্সাইডের বিজারণ : অবশিষ্ট ধাতব অক্সাইডে প্রধানত নিকেল ও আয়রন অক্সাইড থাকে। এ অক্সাইড মিশ্রণকে শূন্যায়িত করা হয় এবং একটি 'বিজারণ টাওয়ারে' 300 - 350°C তাপমাত্রায় ওয়াটার গ্যাসের (CO + H₂) প্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। এ অবস্থায় আয়রন অক্সাইড বিজারিত হয় না; কিন্তু NiO ওয়াটার গ্যাসের H₂ দ্বারা বিজারিত হয়ে নিকেল ধাতু উৎপন্ন করে।

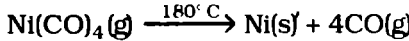


বিজারণ টাওয়ার থেকে প্রাপ্ত উৎপাদের মধ্যে প্রধানত নিকেল ধাতু এবং অল্প পরিমাণে কপার, কোবাল্ট ও ফেরিক অক্সাইড থাকে।

(ঘ) নিকেলের পৃথকীকরণ : উপরিউক্ত উৎপাদসমূহকে একটি উদ্বায়ীকরণ টাওয়ারে রেখে 50° - 80°C তাপমাত্রায় কার্বন মনোক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া ঘটানো হয়। তখন নিকেল কার্বনিল বাষ্প উৎপন্ন হয় এবং গ্যাসের সাথে বের হয়।



অতঃপর নির্গত গ্যাসকে বিয়োজন টাওয়ারে নেয়া হয়। একে 180° C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত রাখা হয় এবং এর ভেতর নিকেলের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দানা রাখা হয়। ফলে নিকেল কার্বনিল বিয়োজিত হয়ে ক্ষুদ্র দানাসমূহের ওপর উৎপন্ন নিকেল জমা হয় এবং নিকেলের দানাগুলোর আকার বৃদ্ধি পায়।

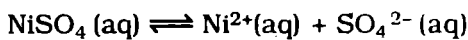


নিকেল দানার আকার পর্যাপ্ত বড় হলে এদের বের করে নিয়ে নতুন ক্ষুদ্র দানা যোগ করা হয়। এরূপে উৎপাদিত নিকেলে প্রায় 98% Ni থাকে। বিয়োজনে উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইডকে আবার ব্যবহার করা হয়।

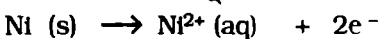
৫। অশুদ্ধ নিকেলের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধীকরণ : বিশুদ্ধ নিকেল উৎপাদনের জন্য 25°C তাপমাত্রায় সম্পূর্ণ নিকেল অ্যামোনিয়াম সালফেট, [NiSO₄·(NH₄)₂SO₄·6H₂O] এর দ্রবণকে তড়িৎবিশেষায়রূপে, বিশুদ্ধ নিকেল পাত ক্যাথোডরূপে এবং অশুদ্ধ নিকেল দণ্ড অ্যানোডরূপে ব্যবহার করা হয়। তড়িৎ প্রবাহের ফলে অ্যানোডের

নিকেল পরমাণু নিকেল আয়নরূপে জারিত হয়ে দ্রবণে দ্রবীভূত হয় এবং ক্যাথোডে নিকেল আয়ন বিজারিত হয়ে 100% বিশুদ্ধ নিকেলরূপে জমা হয়। অশুদ্ধ নিকেলের মধ্যস্থ সিলভার, গোল্ড ও প্রাচীনাম ধাতুসমূহ অ্যানোডের নিচে মাড বা কাদার ন্যায় জমা হয়।

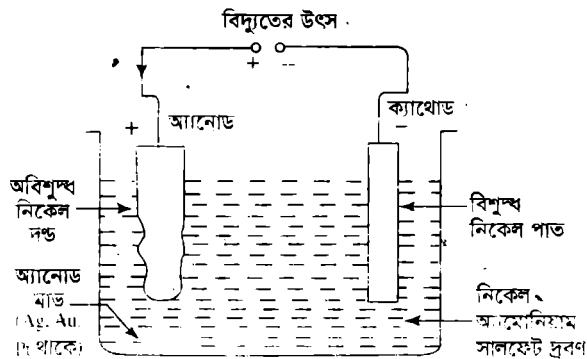
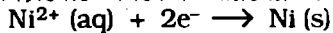
প্রাথমিক বিয়োজন :



অ্যানোডে নিকেল পরমাণুর জারণ :



ক্যাথোডে নিকেল আয়নের বিজারণ :



চিত্র ৩.১৩ : অশুদ্ধ নিকেলের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধীকরণ।

৩.২৪ নিকেল শনাক্তকরণ পরীক্ষা (Identification test of nickel)

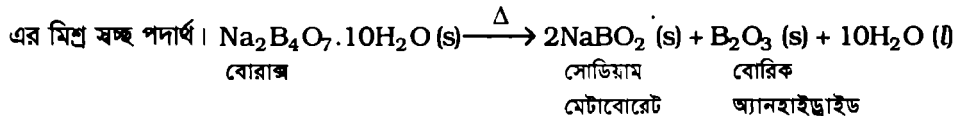
(ক) শুষ্ক পরীক্ষা : বোরাক্স বিড পরীক্ষা (Dry test : Borax bead test) :

পরীক্ষণ : একটি প্লাটিনাম তারের অগ্রভাগে গোলাকার লুপ তৈরি করা হয়। ঐ লুপকে উত্তপ্ত করে তাতে বোরাক্স পাউডার লাগিয়ে পুনরায় দীপ্তহীন শিখায় উত্তপ্ত করলে স্বচ্ছ বর্ণহীন বোরাক্স বিড বা গুটি তৈরি হয়। তপ্ত বোরাক্স গুটিতে সামান্য পরীক্ষণীয় লবণ লাগিয়ে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় উত্তপ্ত করা হয়।

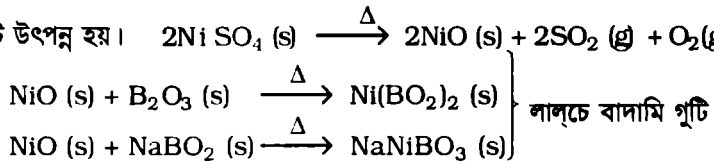
পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : বোরাক্স বিড বা গুটির বর্ণ উত্তপ্ত ও শীতল উভয় অবস্থায় লালচে বাদামি দেখায়।

এতে সিদ্ধান্ত করা যায়, পরীক্ষণীয় লবণে নিকেল (Ni) উপস্থিত।

রাসায়নিক ব্যাখ্যা : বোরাক্স বিড হল বোরিক অ্যানহাইড্রাইড (B_2O_3) ও সোডিয়াম মেটাবোরেট ($NaBO_2$)



নিকেল লবণ যেমন, $NiSO_4$ এর বিয়োজনে উৎপন্ন নিকেল অক্সাইড (NiO) বোরাক্স বিডের B_2O_3 ও $NaBO_2$ এর সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে নিকেল মেটাবোরেট $Ni(BO_2)_2$ ও সোডিয়াম নিকেল অর্থোবোরেট ($NaNiBO_3$) এর লালচে বাদামি গুটি উৎপন্ন হয়।

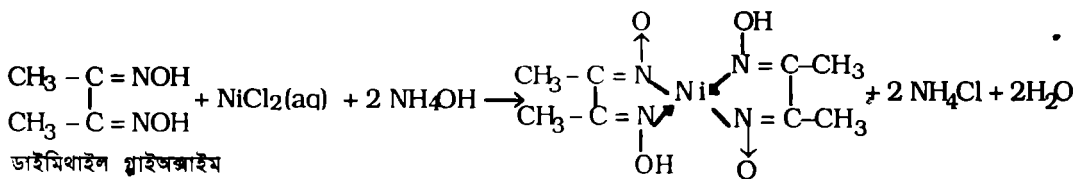


(খ) সিক্ত পরীক্ষা : দ্রবণে নিকেল আয়ন (Ni^{2+}) এর নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা :

(Wet test : Confirmation test of Ni^{2+} ions)

১। ডাইমিথাইল গ্লাই অক্সাইম পরীক্ষা

পরীক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : নিকেল লবণের দ্রবণে NH_4OH দ্রবণ যোগ করে ক্ষারীয় করার পর অধিক পরিমাণে ডাইমিথাইল গ্লাই অক্সাইম দ্রবণ যোগ করা হয়। নিকেল ডাইমিথাইল গ্লাইঅক্সাইম-এর লাল বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।



নিকেল ডাইমিথাইল গ্লাইঅক্সাইম (লাল অধঃক্ষেপ)

(৮) কপার (Copper) Cu

৩.২৫ কপারের অবস্থান বা উৎস (Occurance of copper)

প্রকৃতিতে মৌলিক ও যৌগিক এ দুই অবস্থাতে কপার পাওয়া যায়। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত মৌলিক কপার ৯৯.৯% বিশুদ্ধ হয়। কপারের প্রধান কয়েকটি আকরিকের নাম ও সংকেত নিম্নে দেয়া হল :

- ১। কপার গ্ল্যান্স (Copper glance) Cu_2S
- ২। কপার পাইরাইটস্ (Copper pyrites) $Cu_2S \cdot Fe_2S_3$ বা, $CuFeS_2$ [২ - ৩% Cu থাকে]
- ৩। ম্যালাকাইট (Malachite) $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$

৪।	অ্যাজুরাইট	(Azurite)	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
৫।	ম্যালাকোনাইট	(Melachonite)	CuO
৬।	ক্রাইসোকোলা	(Chrysocolla)	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

বিভিন্ন কপার আকরিকের মধ্যে কপার পাইরাইটস্ সর্বাপেক্ষা বেশি এবং এটাই কপারের প্রধান আকরিক।

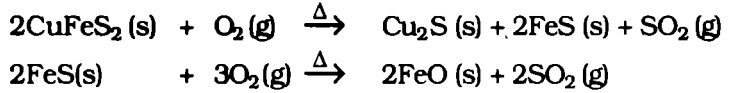
৩.২৬ আকরিক থেকে কপার নিষ্কাশন

Extraction of copper from its ores

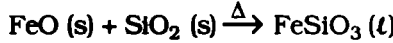
কপারের সালফাইড আকরিক থেকে নিম্নোক্ত ধাপে কপার ধাতু নিষ্কাশন করা হয় :

(১) আকরিকের গাঢ়ীকরণ : কপার পাইরাইটস্ আকরিকে ২ - ৩% কপার থাকে। তৈল ফেনা ভাসমান পদ্ধতিতে গাঢ়ীকরণ করলে এতে কপারের পরিমাণ ২০ - ৩০% এ বৃদ্ধি পায়।

(২) তাপজারণ : কপার পাইরাইটস্ (CuFeS_2) কে গাঢ় করার পর বহুতাক বিশিষ্ট চুল্লিতে তাপজারিত করা হয়। ফলে কিউপ্রাস সালফাইড, ফেরাস সালফাইড ও কিছু ফেরাস অক্সাইড এর মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। আকরিকের অধিকাংশ সালফার SO_2 গ্যাসরূপে মুক্ত হয়। প্রাপ্ত মিশ্রণে ৪০% এর মত Cu থাকে।

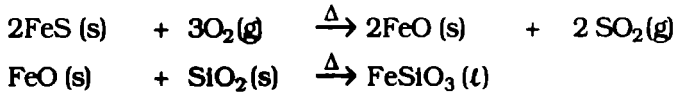


(৩) বিগলন : তাপজারিত আকরিক মিশ্রণটিকে বিগালক সিলিকা (SiO_2) সহ বায়ুর উপস্থিতিতে বাত্যাচুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে ফেরাস অক্সাইড ও সিলিকা বিক্রিয়া করে ফেরাস সিলিকেট (FeSiO_3) ধাতুমল গঠন করে।

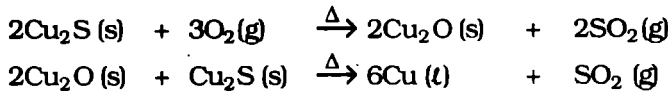


কপার পাইরাইটসকে তাপজারণ শেষে প্রাপ্ত ফেরাস অক্সাইডকে বিগলনকালে বিগালক সিলিকা সহযোগে ধাতুমল FeSiO_3 রূপে অপসারিত করা হয়। এর পর প্রাপ্ত FeS ও Cu_2S -এর মিশ্র অবশেষকে কপার ম্যাট বলে। এতে কপারের পরিমাণ ৫০% হয়।

(৪) কপার ম্যাট থেকে কপার উৎপাদন : কপার ম্যাটকে কিছু সিলিকা (SiO_2) সহ বেশিয়ার কনভার্টারে নিয়ে সজোরে উত্তপ্ত বায়ু প্রবাহিত করা হয়। ফলে সম্পূর্ণ FeS জারিত হয়ে FeO এবং সিলিকাসহ বিক্রিয়ায় FeSiO_3 ধাতুমল গঠন করে। এই ধাতুমল পৃথক করে নিলে অবশিষ্ট কিউপ্রাস সালফাইড পাওয়া যায়।



এরপর নিয়ন্ত্রিত অক্সিজেন প্রবাহে কিউপ্রাস সালফাইডকে উত্তপ্ত করে এর দুই-তৃতীয়াংশ পরিমাণকে কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu_2O) এ পরিণত করা হয়। উৎপন্ন Cu_2O অবশিষ্ট Cu_2S দ্বারা স্ববিজারিত হয়ে কপার ধাতুতে পরিণত হয়।



এরূপে স্ববিজারণ পদ্ধতিতে উৎপন্ন কপার অবিশুদ্ধ হয়। গলিত কপারে SO_2 দ্রবীভূত থাকে। হাঁচে ঢালাই অবস্থায় গলিত কপার শীতল হওয়ার সময় ঐ SO_2 গ্যাস বৃদ্বদরূপে বের হয়। তখন শীতল কপারের গায়ে ফোসকা বা ক্রিস্টারের দাগ পড়ে। এজন্য একে ক্রিস্টার কপার (৯৮% Cu) বলে। অবিশুদ্ধ ক্রিস্টার কপারকে বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ করা হয়।

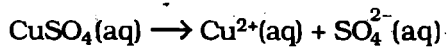
ব্লিস্টার কপারের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধিকরণ : ব্লিস্টার কপার (98% Cu)-এর বিদ্যুৎ বিশোধনের বেলায়, বিদ্যুৎ কোষে বিদ্যুৎবিশ্লেষ্যরূপে কপার (II) সালফেট দ্রবণ (15%), অ্যানোডরূপে অবিশুদ্ধ ব্লিস্টার কপার দণ্ড ও ক্যাথোডরূপে বিশুদ্ধ কপারের পাত ব্যবহার করা হয়।

বিদ্যুৎ বিশ্লেষণকালে অ্যানোডরূপী অবিশুদ্ধ কপার দণ্ড থেকে কপার পরমাণু দুটি ইলেকটন ত্যাগ করে কপার (II) আয়নরূপে দ্রবণে চলে আসে এবং ঐ দ্রবণ থেকে সমসংখ্যক কপার (II) আয়ন ক্যাথোড থেকে দুটি করে ইলেকট্রন

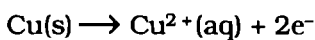
গ্রহণ করে বিদ্যুৎ চার্জ মুক্ত হয়ে বিশুদ্ধ কপার পরমাণুরূপে ক্যাথোডে জমা হয়। এরূপে ক্যাথোডে

99.98% বিশুদ্ধ কপার উৎপন্ন হয়।

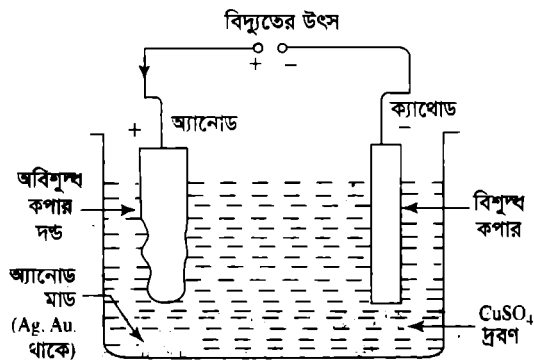
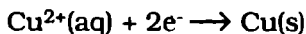
বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্যের প্রাথমিক বিয়োজন



অ্যানোডে কপার পরমাণুর জারণ



ক্যাথোডে কপার (II) আয়নের বিজারণ



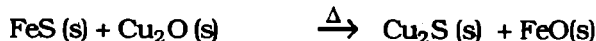
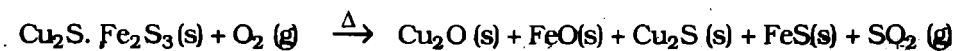
চিত্র ৩.১৪ : অবিশুদ্ধ ব্লিস্টার কপারের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধিকরণ।

অবিশুদ্ধ কপারের মধ্যস্থ সিলভার ও গোল্ড অ্যানোড মাদরূপে তড়িৎ কোষের তলদেশে জমা হয়।

(ক) কপার পাইরাইটস্ থেকে কপার নিষ্কাশনে জটিলতা :

(১) কপার পাইরাইটস্ ($\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$) একটি নিম্নমানের আকরিক। এতে আকরিকের সম্পূর্ণ ভরের মাত্র ২ - 3% কপার থাকে। Cu_2S এর সাথে অপদ্রব্যরূপে ফেরিক সালফাইড (Fe_2S_3) থাকে।

(২) সালফারের প্রতি আয়রনের তুলনায় কপারের আসক্তি বেশি। তাই তাপজারণের বেলায় Cu_2S খুবই কম জারিত হয় এবং যে পরিমাণ Cu_2O উৎপন্ন হয় তা'ও উপস্থিত ফেরাস সালফাইডসহ বিক্রিয়ায় পুনরায় Cu_2S এ পরিণত হয়।



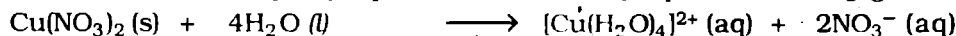
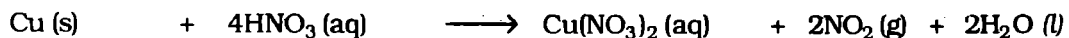
(৩) বিগলন কালে, তাপজারণে উৎপন্ন FeO কে সিলিকা (SiO_2)-এর সাথে বিক্রিয়া ঘটিয়ে ফেরাস সিলিকেট (FeSiO_3) ধাতুমলরূপে অপসারণ করা হয়। সমস্ত FeS এরূপে অপসারণ করতে প্রক্রিয়াটি জটিল হয়ে পড়ে। এতে দু'ধাপে দুটি চুল্লি যেমন বাত্যাচুল্লি ও বেসিমার কনভার্টার ব্যবহার করতে হয়। বিগলকরূপে সিলিকা প্রচুর ব্যবহৃত হয়।



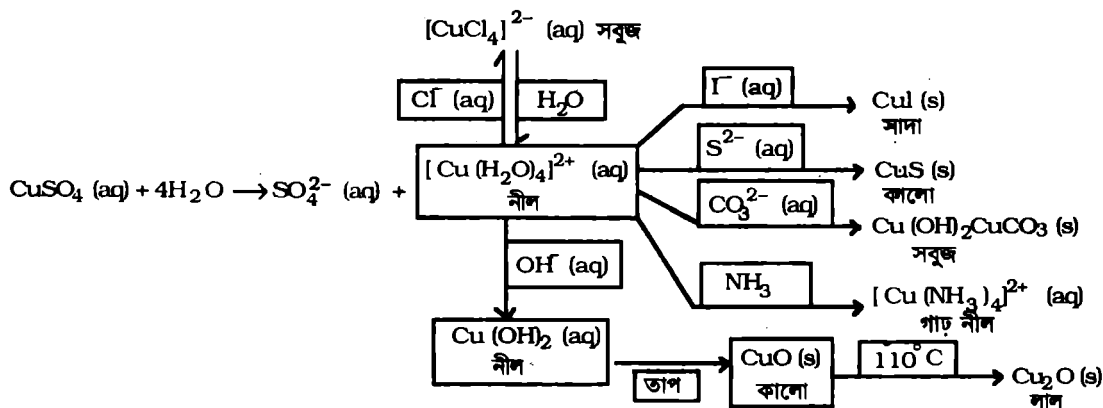
(৪) সিলিকার সাথে কিছু Cu_2O বিক্রিয়া করে কিউপ্রাস সিলিকেট ধাতুমল গঠন করে; এতে Cu_2O এর অপচয় ঘটে। এ অপচয় রোধ করতে FeS এর জারণ ও ধাতুমল গঠন সতর্কভাৱে সাথে কয়েক ধাপে করতে হয়। ফলে নিষ্কাশন প্রক্রিয়াটি দীর্ঘ হয়ে পড়ে।

৩.২৭ কপারের বিক্রিয়াসমূহ (Reactions of copper)

কপার ধাতু তড়িৎ রাসায়নিক সিরিজে নিম্নে স্থান প্রাপ্ত। জারণধর্মী এসিড যেমন, লঘু ও গাঢ় HNO_3 এবং গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে কপারের বিক্রিয়ার ফলে কপার (II) লবণ উৎপন্ন হয়। পানিতে দ্রবীভূত লবণ নীলবর্ণের টেট্রা অ্যাকুয়া কপার (II) আয়ন গঠন করে।



কপারের যৌগসমূহ ও তাদের পরিবর্তন :



চিত্র ৩.১৫ : কপারের যৌগসমূহ ও তাদের পরিবর্তন প্রক্রিয়া।

৩.২৮ কপারের ব্যবহার (Uses of copper)

কপার তাপ ও বিদ্যুৎ সুপরিবাহী এবং রাসায়নিকভাবে কম সক্রিয় হওয়ায় (i) কপার বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবল রূপে, (ii) ইলেকট্রোপ্লেটিং ও ইলেকট্রোইপিং কাজে, (iii) কলস, খালা-বাসন প্রভৃতি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া বিভিন্ন ধাতুসংকর তৈরিতে কপার ব্যবহৃত হয়। কপারের উল্লেখযোগ্য ধাতু সংকরগুলো নিম্নরূপ :

(১) ব্রাস বা পিতল : কপার (60 - 80%) ও জিংক (40 - 20%) এর সংকর। এটি কলস, পানির ট্যাপ, শীতক নল ও কার্টুজের খোলস তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

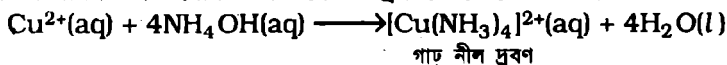
(২) জার্মান সিলভার : কপার (30 - 50%), জিংক (35 - 40%) ও নিকেল (35 - 10%) এর সংকর। এটি বাসনপত্র অলংকার ও রেজিস্ট্যান্স বক্স তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(৩) ব্রোঞ্জ বা কীসা : কপার (75 - 90%) ও টিন (25 - 10%) এর সংকর। এটি খালা বাসন, ঘণ্টা বা বেল, ধাতব মূর্তি, ধোপার ইস্ত্রি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(৪) মোনেল মেটাল : কপার (30%), নিকেল (67%), আয়রন ও ম্যাঙ্গানিজ (3%) এর সংকর। এটি রাসায়নিক ক্রিয়ারোধী। তাই এটি ক্ষারশিমে ব্যবহৃত পাত্র, ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশ ও বৈদ্যুতিক রোধক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(৫) সিলিকা ব্রোঞ্জ : এর সংযুক্তি হল $\text{Cu} = 97\%$, $\text{Sn} = 2\%$, ও $\text{Si} = 1\%$ । এটি খুবই শক্ত, ক্ষয়রোধী ও উত্তম বিদ্যুৎ-পরিবাহী; তাই সিলিকা ব্রোঞ্জ টেলিফোন, টেলিগ্রাফ প্রভৃতির বুল্ব তার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(ক) সোয়েটজার বিকারক : কপার (II) লবণের দ্রবণে NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে হালকা নীল $\text{Cu}(\text{OH})_2$ এর অধঃক্ষেপ পড়ে। কিন্তু এ অধঃক্ষেপ অধিক NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে গাঢ় নীল বর্ণের টেট্রা-অ্যামিন কপার (II) জটিল আয়নবিশিষ্ট যৌগ গঠন করে। এ দ্রবণকে সোয়েটজার বিকারক বলে।



ব্যবহার : সেলুলোজ যেমন, তুলা ও কাগজের দ্রাবকরূপে রেয়ন বা কৃত্রিম সিল্ক প্রস্তুতিতে এটা ব্যবহৃত হয়।

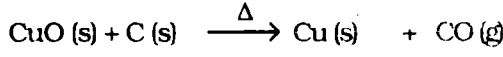
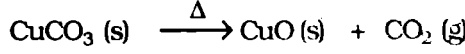
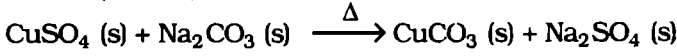
৩.২৯ কপারের শনাক্তকরণ পরীক্ষা (Identification test for copper)

(ক) শুষ্ক পরীক্ষা : কাঠ কয়লা পরীক্ষা (Dry test : Charcoal test) :

পরীক্ষণ : পরীক্ষণীয় লবণের অল্প পরিমাণের সাথে দ্বিগুণ পরিমাণ Na_2CO_3 মিশ্রিত করে ঐ মিশ্রণকে কাঠ কয়লার গর্তে নিয়ে বুনসেন বার্নারের বিজ্ঞারণ শিখায় ফুৎনের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়।

পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : কাঠ কয়লার গর্তে ধাতব কপারের লালচে অবশেষ থাকে। এতে সিদ্ধান্ত করা যায় যে, পরীক্ষণীয় লবণটিতে কপার, (Cu) উপস্থিত।

রাসায়নিক ব্যাখ্যা : কপার লবণ যেমন, CuSO_4 ও Na_2CO_3 এর বিক্রিয়ায় প্রথমে কপার কার্বনেট উৎপন্ন হয়; পরে অধিক তাপে তা ভেঙে গিয়ে কপার অক্সাইড (CuO) উৎপন্ন হয়। শেষে CuO কাঠ কয়লার কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে লালচে কপার গুঁড়া উৎপন্ন হয়।



লালচে
কপার গুঁড়া

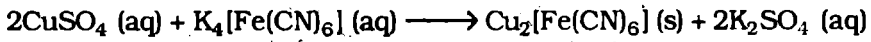
(খ) সিন্ত পরীক্ষা : কপার আয়ন (Cu^{2+}) এর নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা :

(Wet test : Confirmation test of Cu^{2+} ion)

১। পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণসহ পরীক্ষা

পরীক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : কপার লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করা হয়।

যদি লালচে বাদামি বর্ণের কপার ফেরোসায়ানাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে; তবে লবণের দ্রবণে কপার আয়ন (Cu^{2+}) উপস্থিত ও নিশ্চিত।



পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড

লালচে বাদামি

(৯) জিংক (Zinc) Zn

৩.৩০ জিংকের অবস্থান বা উৎস (Occurance of zinc)

জিংক হল মধ্যম সক্রিয় ধাতু। প্রকৃতিতে অক্সাইড, সালফাইড ও কার্বনেটরূপে অবস্থান করে। জিংকের প্রধান আকরিক ও খনিজ নিয়ে দেয়া হল।

১। জিংক ব্লেড (জিংক সালফাইড) (Zinc blende) ZnS

২। ক্যালামাইন (জিংক কার্বনেট) (Calamine) ZnCO_3

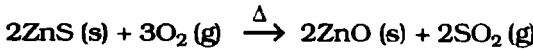
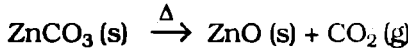
৩। জিনসাইট (জিংক অক্সাইড) (Zincite) ZnO

৩.৩১ আকরিক থেকে জিংক নিষ্কাশন

Extraction of zinc from its ores

আকরিকের গাঢ়ীকরণ : জিংক ব্লেড অথবা ক্যালামাইন আকরিক থেকে জিংক নিষ্কাশন করা হয়। আকরিককে প্রথমে গুঁড়া করা হয়। অতঃপর জিংক ব্লেড এর গুঁড়াকে তৈল-ফেনা ভাসমান পদ্ধতিতে গাঢ়ীকরণ করা হয়।

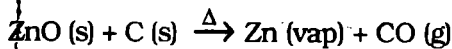
তাপজারণ : গুঁড়া ক্যালামাইন অথবা গাঢ়ীকৃত জিংক ব্লেডকে বহুতাক বিশিষ্ট চুল্লিতে 900°C তাপমাত্রায় তাপজারিত করা হয়। ফলে জিংক অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



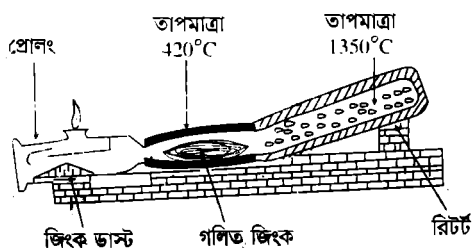
জিংক ব্লেডের তাপজারণের ফলে উৎপন্ন সালফার ডাইঅক্সাইড স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

বিগলন : তাপজারিত জিংক আকরিক অর্থাৎ জিংক অক্সাইডকে কোক কার্বনের সাথে মিশ্রিত করে চীনা মাটির তৈরি রিটর্টে নেয়া হয়। রিটর্টের মুখে চীনা মাটির তৈরি গ্রাহক শীতক এবং ঐ শীতকের অপর প্রান্তে পৌহের তৈরি প্রোলং নামক শীতক জুড়ে দেয়া হয়। গ্রাহক শীতকে অঘনীভূত জিংক এবং এ প্রোলং শীতকে এসে ঘনীভূত হয়ে জমা হয়।

জিংকে অক্সাইড ও কোকের মিশ্রণকে জ্বালানি গ্যাসের সাহায্যে 1350°C তাপমাত্রায় ২৪ ঘণ্টা যাবৎ উত্তপ্ত করা হয়। জিংকে অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে জিংকে ধাতুর বাষ্পে পরিণত হয় এবং উৎপন্ন CO গ্যাস প্রোলং শীতকের মুখে শিখাসহ জ্বলে ওঠে।



উৎপন্ন জিংকে বাষ্প গ্রাহক-শীতকে প্রবেশ করে এবং এর অধিকাংশ ঘনীভূত হয়ে তরল জিংকরূপে চীনা মাটির তৈরি গ্রাহক শীতকে জমা হয়। কিছু জিংকে বাষ্প শীতকে উপস্থিত অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে জিংকে অক্সাইড উৎপন্ন করে। উৎপন্ন জিংকে অক্সাইড ও অবশিষ্ট জিংকে বাষ্প ঘনীভূত হয়ে প্রোলং শীতকে জমা হয়। এ ZnO ও Zn গুঁড়ার মিশ্রণকে জিংকে-ডাস্ট বা দস্তারজ বলে।

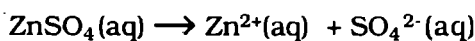


চিত্র ৩.১৬ : জিংকে অক্সাইডের বিজারণ।

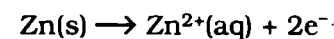
এরূপে কার্বন বিজারণে উৎপন্ন জিংকে অবিশুদ্ধ; এতে 97 – 98% জিংকে থাকে। এ অবিশুদ্ধ জিংকেকে স্পেল্টার (Spelter) বলে। স্পেল্টারকে বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ করে বিশুদ্ধ জিংকে প্রস্তুত করা হয়।

অবিশুদ্ধ জিংকে বা স্পেল্টারের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধিকরণ : স্পেল্টারের বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ কালে, বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্যরূপে লঘু জিংকে সালফেট দ্রবণ (15%), অ্যানোডরূপে স্পেল্টার বা অবিশুদ্ধ জিংকে দণ্ড ও ক্যাথোডরূপে বিশুদ্ধ জিংকের পাত ব্যবহার করা হয়। বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ কালে অবিশুদ্ধ জিংকের অ্যানোড থেকে জিংকে পরমাণু দুটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে জিংকে (II) আয়নরূপে দ্রবণে চলে আসে এবং দ্রবণ থেকে সমসংখ্যক জিংকে (II) আয়ন বিদ্যুৎ চার্জ মুক্ত হয়ে ক্যাথোডে জমা হয়। এরূপে 99.95% বিশুদ্ধ জিংকে পাওয়া যায়।

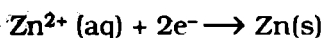
বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্যের প্রাথমিক বিয়োজন



অ্যানোডে জিংকে পরমাণুর জারণ

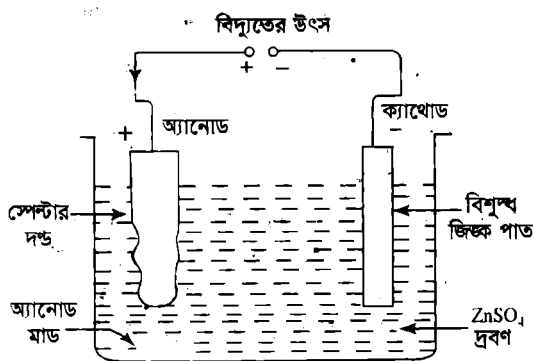


ক্যাথোডে জিংকে (II) আয়নের বিজারণ



স্পেল্টারের ভেজালসমূহ অ্যানোড-মাডরূপে

অ্যানোডের নিচে জমা হয়।



চিত্র ৩.১৭ : অবিশুদ্ধ জিংকে বা স্পেল্টারের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধিকরণ।

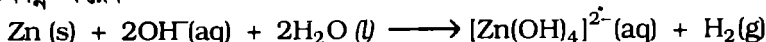
৩.৩.২ জিংকের বিক্রিয়াসমূহ (Reactions of zinc)

জিংকে অবস্থান্তর ধাতু নয়। কারণ জিংকে এবং জিংকে আয়ন (Zn^{2+}) প্রত্যেকের d অরবিটালসমূহ ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে। তবে জিংকে গ্রুপ-IIA ধাতুসমূহ থেকে ভিন্ন ধর্ম প্রদর্শন করে এবং জটিল আয়ন গঠনের মাধ্যমে অবস্থান্তর ধাতুর ধর্মের সাথে কিছুটা সাদৃশ্য প্রকাশ করে।

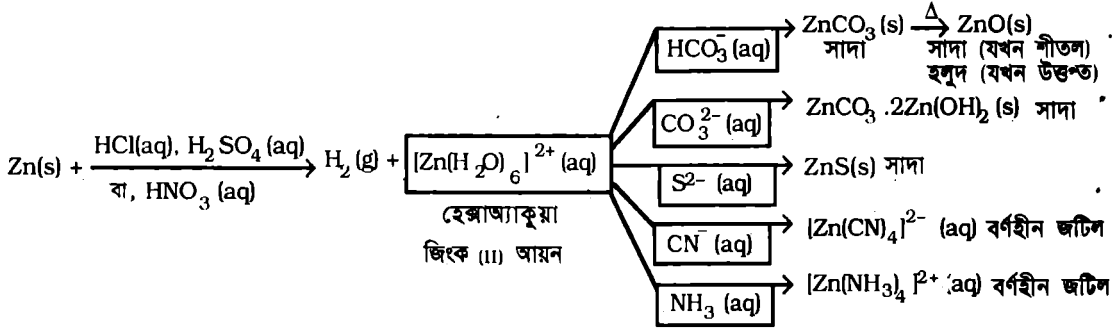
১। জিংকে লঘু এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস ও হেক্সাঅ্যাকুয়া জিংকে (II) আয়ন গঠন করে।



২। জিংকে ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস ও টেট্রাহাইড্রক্সো জিংকে (II) আয়ন (বা জিংকেট আয়ন) এর দ্রবণ উৎপন্ন করে।



৩.৩৩ জিংকের যৌগসমূহ ও তাদের পরিবর্তন Compounds of zinc and their conversion



চিত্র ৩.১৮ : জিংকের যৌগসমূহ ও তাদের পরিবর্তন।

৩.৩৪ জিংকের ব্যবহার (Uses of zinc)

(১) জিংক ধাতুকে প্রধানত ইস্পাতের গ্যালভানাইজিং করতে ব্যবহার করা হয়। (২) এছাড়া ব্রাস সংকর (Cu, Zn) প্রস্তুতিতেও জিংকের ব্যবহার আছে।

১। ব্রাস বা পিতল : কপার (60 - 80%) ও জিংক (40 - 20%) এর সংকর। এটি কলস, পানির ট্যাপ, শীতক নল ও কার্টুজের খোলস তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

২। জার্মান সিলভার : কপার (30 - 50%), জিংক (35 - 40%) ও নিকেল (35 - 10%) এর সংকর। এটি বাসনপত্র, অলংকার ও রেজিস্ট্রাল-বক্স তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

৩। গান-মেটাল : কপার (88%), জিংক (2%), টিন (10%) এর সংকর। এটি সমরাস্ত্র যেমন, গান, কামান, যন্ত্রাংশ যেমন, পাইপ ফিটিং-ভালব, পাম্পের পিস্টন, গিয়ার ও বল-বিয়ারিং প্রভৃতি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

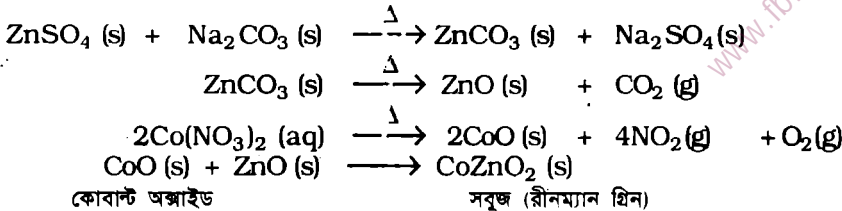
৩.৩৫ জিংকের শনাক্তকরণ পরীক্ষা (Identification test for zinc)

(ক) শুষ্ক পরীক্ষা : কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা (Dry test : Cobalt nitrate test) :

পরীক্ষণ : পরীক্ষণীয় লবণের অল্প পরিমাণের সাথে দ্বিগুণ পরিমাণ Na_2CO_3 মিশ্রিত করে ঐ মিশ্রণকে কাঠ কয়লার গর্তে রেখে বুনসেন বার্নারের বিজারণ শিখায় উত্তপ্ত করলে সাদা অবশেষ (ZnO) পাওয়া যায়। এ সাদা অবশেষের ওপর দু'ফোটা কোবাল্ট নাইট্রেট লবণ যোগ করে জারণ শিখায় উত্তপ্ত করা হয়।

পর্ববেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত : কাঠ কয়লার গর্তে রীনম্যান গ্রিন বা সবুজ বর্ণের কোবাল্ট জিংকেট (CoZnO_2) এর অবশেষ দেখা যায়। এতে সিদ্ধান্ত করা যায়, পরীক্ষণীয় লবণে জিংক (Zn) উপস্থিত।

রাসায়নিক ব্যাখ্যা : জিংক লবণ (Zn^{2+}O_4) ও Na_2CO_3 এর মিশ্রণ থেকে প্রথমে ZnCO_3 লবণ ও পরে তা বিয়োজিত হয়ে ZnO উৎপন্ন হয়। তারপর কোবাল্ট নাইট্রেট বিয়োজনে কোবাল্ট অক্সাইড (CoO) উৎপন্ন হলে তা ZnO এর সাথে যুক্ত হয়ে সবুজ বর্ণের কোবা ট জিংকেট (CoZnO_2) বা রীনম্যান গ্রিন উৎপন্ন হয়।



(খ) সিক্ত পরীক্ষা : জিংক আয়ন (Zn^{2+}) এর নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা :

(Wet test : Confirmation test of Zn^{2+} ion)

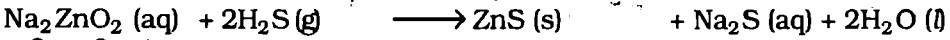
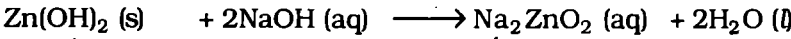
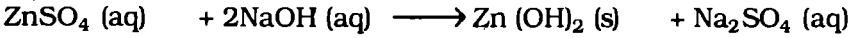
১। পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণসহ পরীক্ষা : জিংক লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করলে জিংক ফেরোসায়ানাইডের সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। এটি জিংক আয়ন (Zn^{2+}) এর নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা।



পটাসিয়াম ফেরোসঃ নাইড

সাদা

২। H_2S গ্যাসসহ পরীক্ষা : জিংক লবণের দ্রবণে NaOH দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে $Zn(OH)_2$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এতে অধিক NaOH দ্রবণ যোগ করলে দ্রবণীয় সোডিয়াম জিংকেট উৎপন্ন হয়ে পরিষ্কার দ্রবণ সৃষ্টি করে। ঐ দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে ZnS এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এতে জিংক আয়ন (Zn^{2+}) এর উপস্থিতি নিশ্চিত হয়।



সোডিয়াম জিংকেট

সাদা

৩য় অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। যে সব মৌলের সুস্থিত আয়নের d অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা আংশিকভাবে পূর্ণ থাকে, তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলা হয়। এদের বৈশিষ্ট্য হল : পরিবর্তনশীল যোজনী; রঙিন আয়ন বা রঙিন জটিল যৌগ গঠন; উচ্চ গলনাঙ্ক ও স্কুফটনাক্ষবিশিষ্ট ধাতু; প্যারাম্যাগনেটিক ধর্ম ও বিভিন্ন বিক্রিয়ায় প্রভাবক হিসেবে কার্যকরী।

২। 3d ব্লক Sc(21) থেকে Zn(30) পর্যন্ত Sc ও Zn বাদে অন্যান্য মৌলের একাধিক জারণ অবস্থা আছে। V, Cr ও Mn এর জারণ অবস্থা অন্যদের চেয়ে বেশি।

৩। টাইটেনিয়াম একটি বহুল ব্যবহৃত ধাতু। ইলমেনাইট ($FeTi_2O_3$) আকরিক থেকে এ ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। এ ধাতু ইস্পাতের মত শক্ত; কিন্তু ইস্পাত থেকে 45% হালকা; Al ধাতুর চেয়ে 60% ভারী, কিন্তু দৃশ্য শক্ত। এ সব কারণে রকেট, এরোপ্লেন প্রভৃতির কাঠামো ও যন্ত্রাংশ তৈরিতে Ti ব্যবহৃত হয়। রেডিও টেলিভিশনের ক্ষুদ্র যন্ত্রাংশ প্রস্তুতিতে TiO_2 ব্যবহৃত হয়।

৪। অবস্থান্তর মৌলসমূহ হল প্রভাবক। কারণ এ সব মৌল তাদের খালি d-অরবিটাল ব্যবহার করে বিভিন্ন ধরনের জারণ অবস্থা ও বিভিন্ন ধরনের বন্ধন সৃষ্টি করতে সক্ষম।

৫। অবস্থান্তর মৌলসমূহ জটিল যৌগ গঠন করে। তখন অবস্থান্তর ধাতুর পরমাণু বা আয়ন লিগ্যান্ডের সাথে সন্নিবেশ বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। লিগ্যান্ড হল নিঃসজ্জা ইলেকট্রন যুগলধারী আয়ন বা যৌগ অণু। জটিল যৌগে কেন্দ্রীয় ধাতব আয়নের প্রদর্শিত ধনাত্মক চার্জ সংখ্যাকে জারণ সংখ্যা এবং লিগ্যান্ডের সাথে সৃষ্ট সন্নিবেশ বন্ধন সংখ্যাকে সন্নিবেশ সংখ্যা বলে। পলিডেনডেট লিগ্যান্ড সহযোগে সৃষ্ট জটিল যৌগকে কিলেটস (chelates) বলে।

৬। অবস্থান্তর ধাতু রঙিন যৌগ গঠন করে। তখন রঙিন যৌগটির ধাতব আয়নের d অরবিটালের বিজোড় ইলেকট্রন দৃশ্যমান আলোর কিছু অংশ শোষণ করে তাদের উচ্চতর d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়ে থাকে এবং দৃশ্যমান আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অংশ বিভিন্ন রং হিসেবে আমাদের চোখে প্রতিফলিত হয়। আয়নের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বর্ণটি আয়ন দ্বারা দৃশ্যমান আলোর শোষিত অংশের সম্পূর্ণক হয়।

৭। অবস্থান্তর ধাতুর অযুগ্ম d ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের ফলে ম্যাগনেটিক মোমেন্ট সৃষ্টি হয়। ফলে এ সব আয়ন চুম্বকক্ষেত্র দ্বারা দুর্বলভাবে আকৃষ্ট হয়; একে প্যারাম্যাগনেটিক ধর্ম বলে। অপরদিকে যুগ্ম ইলেকট্রন বিশিষ্ট d অরবিটালের আয়ন বা যৌগ ডায়াম্যাগনেটিক হয়। অর্থাৎ এরা চুম্বক ক্ষেত্র দ্বারা আকৃষ্ট হয় না। যে সব আয়নে যত বেশি সংখ্যক অযুগ্ম d অরবিটাল ইলেকট্রন থাকে, সে আয়ন তত বেশি প্যারাম্যাগনেটিক হয়; এদেরকে ফেরো ম্যাগনেটিক বলে; যেমন, আয়রন, কোবাল্ট, নিকেল ইত্যাদি ও তাদের যৌগ।

৮। অবস্থান্তর ধাতুর অক্সাইডের গঠন এনথালপি CO ও CO_2 এর গঠন এনথালপি থেকে বেশি থাকে। তাই ঐ সব ধাতব অক্সাইডকে কার্বন ও কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা বিজারিত করে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়।

৯। ভ্যানাডিয়াম (V) ধাতুর বিভিন্ন যৌগ প্রভাবকরূপে ক্রিয়া করে। প্রধান আকরিক ভ্যানাডিনাইট থেকে V ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। এর জারণ অবস্থা +5, +4, +3 ও +2 হতে পারে। V_2O_5 থেকে বিভিন্ন জারণ অবস্থার যৌগ প্রস্তুত করা যায়। V_2O_5 উভধর্মী অক্সাইড। $V(+4)$ যৌগের মত $V(+3)$ ও $V(+2)$ যৌগসমূহ উত্তম বিজারক।

১০। ক্রোমিয়ামের প্রধান আকরিক হল ক্রোমাইট ($FeO \cdot Cr_2O_3$) থেকে ফেরোক্রোম প্রস্তুত করে ইস্পাত শিল্পে ব্যবহার করা যায়। Cr নিষ্কাশনের জন্য প্রথমে সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও পরে একে কার্বন বিজারণ দ্বারা সোডিয়াম ক্রোমেট ও ক্রোমিক অক্সাইডে পরিণত করা হয়। শেষে একে Al-ধাতু দ্বারা বিজারিত করে 99.5% Cr ধাতু নিষ্কাশন করা হয়।

১১। Cr এর প্রধান ব্যবহার ক্রোম প্রেটিং ও মরিচাহীন ইস্পাত তৈরি করা। Cr এর +2, +3 ও +6 জারণ অবস্থা হয়। $Cr(+2)$ যৌগসমূহ বিজারক এবং $Cr(+6)$ যৌগসমূহ জারকরূপে ব্যবহৃত হয়। $Cr(+3)$ যৌগ সবচেয়ে বেশি স্থায়ী।

১২। ডাইক্রোমেটকে উত্তমত করলে ক্রোমিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। ক্রোমিক অক্সাইড (Cr_2O_3) কে কার্বন ও Cl_2 দ্বারা উত্তমত করে ক্রোমিক ক্লোরাইড ($CrCl_3$) প্রস্তুত করা হয়। এ $CrCl_3$ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে তিন প্রকার বর্ণযুক্ত (নীল, হালকা সবুজ, গাঢ় সবুজ) হাইড্রেটেড জটিল যৌগ গঠন করে। এদের আণবিক সংকেত যথাক্রমে $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$, $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2$, $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ । তৃতীয় বন্ধনীর মধ্যস্থিত ক্লোরিন পরমাণু লিগ্যান্ড হিসেবে থাকে; তাই এরা দ্রবণে আয়নিত হয় না এবং $AgNO_3$ দ্রবণ দ্বারা অধঃক্ষিপ্ত হয় না।

১৩। $Cr(+6)$ এর মূল যৌগ হল ক্রোমিয়াম টাইঅক্সাইড (CrO_3), এটা পানিতে দ্রবণীয় ও বেশ বিষাক্ত। ক্ষারীয় মাধ্যমে CrO_3 হলুদ বর্ণের ক্রোমেট আয়ন (CrO_4^{2-}) রূপে এবং অম্লীয় মাধ্যমে তা ধীরে ধীরে বর্ণ পরিবর্তন করে কমলা বর্ণের ডাইক্রোমেট ($Cr_2O_7^{2-}$) আয়নে পরিণত হয়। CrO_3 শক্তিশালী জারকরূপে ও ওষুধে ব্যবহৃত হয়।

১৪। ম্যাঙ্গানিজ ইস্পাতের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ উপাদান পাইরোলুসাইট (MnO_2) আকরিককে গাঢ় করার পর অ্যালুমিনিয়াম গুঁড়ার সাহায্যে বিজারিত করে Mn ধাতু উৎপাদন করা হয়। আবার MnO_2 কে গাঢ় HCl এ দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত $MnCl_2$ এর তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বিশুদ্ধ Mn প্রস্তুত করা যায়।

১৫। ম্যাঙ্গানিজের পাঁচটি অক্সাইড (MnO , Mn_2O_3 , MnO_2 , MnO_3 , Mn_2O_7) আছে। নিম্ন জারণ অবস্থার অক্সাইড কার্বন, উচ্চ জারণ অবস্থার অক্সাইড যেমন, MnO_3 , Mn_2O_7 অম্লধর্মী। MnO_2 জারকরূপে, শুষ্ক তড়িৎ কোষে প্রভাবকরূপে এবং ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন যৌগ প্রস্তুতিতে এটা ব্যবহৃত হয়।

১৬। পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) এটা অম্লীয়, ক্ষারীয় ও নিরপেক্ষ মাধ্যমে জারকরূপে ক্রিয়া করে। জীবাণুনাশক, জারক ও পরীক্ষাগারে বিকারকরূপে $KMnO_4$ ব্যবহৃত হয়।

১৭। আয়রন খুব প্রয়োজনীয় ধাতু। ম্যাগনেটাইট হিমাটাইট আকরিক থেকে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে লৌহ নিষ্কাশন করা হয়। এটাকে ঢালাই লৌহ বলা হয়। ঢালাই লৌহে 4.5 - 2% C ইস্পাত ও পেটা লৌহে যথাক্রমে 2.0 - 0.5% C এবং 0.25 - 0.12% C থাকে। লৌহস্থিত কার্বনের পরিমাণের ওপর লৌহের গুণাগুণ যেমন, ভঙ্গুরতা, নমনীয়তা, পান-দেয়া, ওয়েল্ডিং ও স্থায়ী চুম্বকীকরণ প্রভৃতি নির্ভর করে।

১৮। লৌহের সর্ববহিস্থ ইলেকটন বিন্যাস হল $3d^6 4s^2$ । এর $4s^2$ ইলেকটন দুটি ত্যাগ করে ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) এবং অধিক স্থায়ী অর্ধপূর্ণ $3d^5$ ইলেকটন বিন্যাস লাভের জন্য আরও একটি ইলেকটন ত্যাগ করে ফেরিক আয়ন (Fe^{3+}) উৎপন্ন করে। সাধারণ অবস্থায় Fe^{2+} আয়ন অপেক্ষা Fe^{3+} আয়ন অধিক স্থায়ী। সাধারণত ফেরাস দ্রবণ সবুজ বর্ণের ও ফেরিক দ্রবণ হলুদ বর্ণের হয়।

১৯। অনার্দ্র ফেরাস ক্লোরাইড গুরুত্বপূর্ণ লবণ। উত্তমত লৌহ গুঁড়ার ওপর শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাস চালনা করে অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়। প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড (P.C.B.) তৈরিতে এটা ব্যবহৃত হয়।

২০। ফেরাস লবণকে শক্তিশালী জারক দ্বারা জারিত করে ফেরিক লবণে পরিণত করা যায়। আবার ফেরিক লবণকে শক্তিশালী বিজারক দ্বারা বিজারিত করে ফেরাস লবণে পরিণত করা যায়।

২১। কোবাল্টের আকরিক কোবাল্টাইট ও স্পাইস কোবাল্টকে সিলিকা ও চূনাপাথরসহ বিগলন করে অধিকাংশ As ও S মুক্ত করার পর অবশিষ্ট পদার্থকে NaCl সহ তাপজারিত করলে কোবাল্টস ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $CoCl_2$ কে ব্লিচিং পাউডার দ্বারা জারিত করে কোবাল্টিক ক্লোরাইড ($CoCl_3$) ও শেষে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে কোবাল্টিক হাইড্রক্সাইড ও একে পোড়ালে কোবাল্টো কোবাল্টিক অক্সাইড (Co_3O_4) তৈরি হয়। একে কার্বন দ্বারা বিজারিত করে কোবাল্ট ধাতু প্রস্তুত করা হয়। কোবাল্ট ধাতু ইস্পাত সংকর তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

২২। নিকেল ধাতুকে এর প্রধান আকরিক পেন্টল্যান্ডাইট থেকে নিষ্কাশন করা হয়। তাপজারণ, বিগলন ও বেসিমারকরণ শেষে নিকেল ম্যাট পাওয়া যায়। মন্ডের পদ্ধতি দ্বারা ম্যাট থেকে নিকেল আহরণ করা হয়। বিভিন্ন ধাতু সংকর তৈরির জন্য নিকেল ব্যবহৃত হয়। নিকেলের প্রায় সব যৌগে নিকেলের জারণ অবস্থা + 2। কিন্তু জটিল যৌগে এর জারণ অবস্থা -1, 0, +1, +2, +3, +4 ইত্যাদি হয়।

২৩। কপার পাইরাইটস থেকে কপার ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা বিশুদ্ধ করা হয়। কপারের ব্যবহার বহুবিধ; বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে ও সংকর ধাতু প্রস্তুতিতে কপারের ব্যবহার উল্লেখযোগ্য।

২৪। 3d- ব্লকের দশটি মৌলের শেষ-ধাতুটি হল জিংক, $Zn(30)$ । জিংক অবস্থান্তর ধাতু নয়; কারণ জিংক ও জিংক আয়ন (Zn^{2+}) প্রত্যেকের d অরবিটালসমূহ ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে। তবে জিংক আয়ন বর্ণহীন জটিল আয়ন গঠন করে। তখন লিগ্যান্ড প্রদত্ত চার জোড়া ইলেকট্রন Zn^{2+} আয়নে sp^3 অরবিটাল সংকরণ ঘটায়; $[Ni(CO)_4]$ এর মত। ফলে অবস্থান্তর ধাতুর সাথে জিংকে কিছুটা সাদৃশ্য ধর্ম দেখায়।

অনুশীলনী-৩ : প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। (ক) পর্যায় সারণির d-ব্লক মৌল বলতে কী বুঝ? [য. বো. ২০০৯]
 (খ) অবস্থান্তর মৌল বলতে কী বুঝ? [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]
 (গ) d-ব্লক মৌল ও অবস্থান্তর মৌলের মধ্যে পার্থক্য কী? [রা. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০০৯]
 (ঘ) জিংককে অবস্থান্তর ধাতু বলা হয় না কেন? [ব. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০]
 (ঙ) Sc কে অবস্থান্তর মৌল বলা হয় না কেন? [দি. বো. ২০১১]
 (চ) সকল d-ব্লক মৌলই অবস্থান্তর মৌল নয়- ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০]
- ২। অবস্থান্তর মৌল বলতে কী বুঝ? 3d ব্লক মৌল বা প্রথম অবস্থান্তর সিরিজের মৌলসমূহের নাম ও ইলেকট্রন বিন্যাস লেখ।
- ৩। ক্রোমিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ ও আয়রনের ইলেকট্রন বিন্যাস এবং তাদের সুস্থিত আয়নসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস লেখ। তাদের বিভিন্ন বা পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

- ৪। অবস্থান্তর মৌলের নিম্নোক্ত ধর্ম উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর :
- (ক) পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা। [তা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১, দি. বো. ২০১১]
- (খ) অবস্থান্তর মৌলের প্রভাবন ক্রিয়া [তা. বো. ২০১১]
- (গ) জটিল আয়ন বা যৌগ গঠন [কু. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- (ঘ) রঙিন আয়ন বা যৌগ সৃষ্টি [তা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯]
- ৫। (ক) টাইটেনিয়াম ধাতুর চারটি ব্যবহার লেখ।
- (খ) প্রভাবকরূপে অবস্থান্তর মৌল ও তাদের যৌগের ব্যবহার লেখ।
- ৬। টাইটেনিয়ামের ২টি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। আকরিক থেকে টাইটেনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর।
- ৭। ভ্যানাডিয়াম ধাতুর দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। আকরিক থেকে ভ্যানাডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর।
- ৮। (ক) ক্রোমিয়ামের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। [সি. বো. ২০১১]
- (খ) আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতুর নিষ্কাশন পদ্ধতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। [চ. বো. ২০০৭]
- (গ) তাপজারিত বা গাঢ়ীকৃত ক্রোমাইট আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর। [কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯]
- (ঘ) ফেরোক্রোম প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- ৯। ম্যাঙ্গানিজের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। আকরিক থেকে ম্যাঙ্গানিজ নিষ্কাশন বর্ণনা লেখ।
- ১০। Mn, Cr ও V এর বিভিন্ন জারণ অবস্থা এবং তাদের দ্বারা সৃষ্ট অক্সো-অ্যানায়নের নাম, সংকেত, বর্ণ ও যৌগের নাম, সংকেত লেখ।
- ১১। ম্যাঙ্গানিজের বিভিন্ন জারণ অবস্থাসহ ৫টি অক্সাইডের নাম, সংকেত, প্রকৃতি লেখ।
- ১২। (ক) আকরিক কী? [ব. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
- (খ) লৌহের তিনটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। [কু. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০১০]
- (গ) লৌহ নিষ্কাশনে বাত্যাচুল্লিতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ সমীকরণসহ লেখ। [তা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
- ১৩। স্পাইস কোবাল্ট ও স্পাইস কী? কীভাবে স্পাইস থেকে কোবাল্ট ধাতু প্রস্তুত করা হয়?
- ১৪। (ক) নিকেলের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। [চ. বো. ২০০৬; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮]
- (খ) পেন্টল্যান্ডাইট থেকে বিশুদ্ধ নিকেল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। [সি. বো. ২০০৮]
- (গ) নিকেল ম্যাট কী? মন্ডের পদ্ধতিতে নিকেল ম্যাট থেকে নিকেল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। [তা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]

- ১৫। (ক) কপারের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ।
 (খ) আকরিক থেকে ক্রিস্টার কপার নিষ্কাশন বর্ণনা কর। [কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৭]
 (গ) কপার ম্যাট কী? কপার ম্যাট থেকে ক্রিস্টার কপার উৎপাদনের বর্ণনা দাও। [তা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১০]
 (ঘ) ক্রিস্টার কপার কী? এর বিদ্যুৎ বিশুদ্ধিকরণ বর্ণনা কর। [তা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১]
 (ঙ) খাত্তব সালফাইড থেকে খাত্তু নিষ্কাশনের মূলনীতি উদাহরণসহ বর্ণনা কর।
- ১৬। (ক) আকরিক কী? জিংকের তিনটি আকরিকের নাম লেখ। [তা. বো. ২০১১]
 (খ) জিংক ব্লেন্ড থেকে জিংক নিষ্কাশন বর্ণনা কর।
 (গ) স্পেস্টার কী? স্পেস্টারের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধিকরণ বর্ণনা কর। [তা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০]

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

(ক) কতিপয় রাসায়নিক বিক্রিয়া :

(১) কী ঘটে সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর যখন -

- ১। সোডিয়াম পেন্টাক্সাইডকে Na_2CO_3 সহ উত্তপ্ত করা হয়।
- ২। ক্রোমিক অক্সাইডকে গাঢ় NaOH সহ উত্তপ্ত করা হয়।
- ৩। ক্রোমিক অক্সাইডকে বায়ুর উপস্থিতিতে NaOH সহ উত্তপ্ত করা হয়।
- ৪। গাঢ়ীকৃত ক্রোমাইট আকরিককে বায়ুর উপস্থিতিতে K_2CO_3 সহ উত্তপ্ত করা হয়।
- ৫। অ্যামোনিয়াম ডাইক্রোমেটকে উত্তপ্ত করা হয়।
- ৬। পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটকে কার্বন গুঁড়াসহ উত্তপ্ত করা হয়।
- ৭। KMnO_4 ও গাঢ় KOH এর দ্রবণে KI দ্রবণ যোগ করে উত্তপ্ত করা হয়।
- ৮। KMnO_4 ও লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত দ্রবণে KI দ্রবণ যোগ করা হয়।
- ৯। লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত FeSO_4 দ্রবণে KMnO_4 দ্রবণ যোগ করা হয়। [রা. বো. ২০০৮]
- ১০। (ক) ZnCl_2 বা Zn^{2+} এর দ্রবণে অধিক NaOH দ্রবণ যোগ করে উত্তপ্ত করা হয়। [সি. বো. ২০১০]
 (খ) ZnCl_2 এর দ্রবণে অতিরিক্ত NH_4OH যোগ করা হয়।
- ১১। CrCl_3 বা Cr^{3+} দ্রবণে অধিক KOH দ্রবণ যোগ করে উত্তপ্ত করা হয়।
- ১২। (ক) CoCl_2 বা Co^{2+} এর দ্রবণে অধিক NaOH দ্রবণ যোগ করে উত্তপ্ত করা হয়।
 (খ) কোবাল্ট (II) লবণের দ্রবণে অধিক NH_4OH দ্রবণ যোগ করা হয়।
- ১৩। নিকেল (II) লবণের দ্রবণে অধিক NH_4OH দ্রবণ যোগ করা হয়।

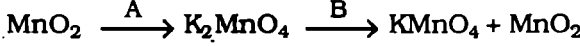
(খ) কতিপয় টীকা ও ব্যাখ্যা :

(১) টীকা লেখ

- ১। অনার্দ্র ফেরাস ক্লোরাইড
- ২। অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড
- ৩। তৈল ফেনা ভাসমান পদার্থ

(২) ব্যাখ্যা কর

- ১। ক্রোমিক অক্সাইড একটি উভধর্মী অক্সাইড; — ব্যাখ্যা কর।
- ২। নিম্নোক্ত পরিবর্তনসমূহ কীরূপে করা যায় সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।

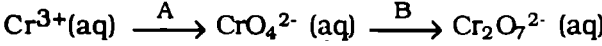


(ক) বিক্রিয়া 'A' ও 'B' এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিকারক ও শর্ত লেখ।

(খ) প্রতিক্ষেত্রে Mn এর জারণ সংখ্যা লেখ।

(গ) বিক্রিয়া 'B' কে জারণ সংখ্যাভিত্তিক কী বিক্রিয়া বলে?

- ৩। নিম্নোক্ত পরিবর্তনসমূহ কীরূপে করা যায়, তা সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর :

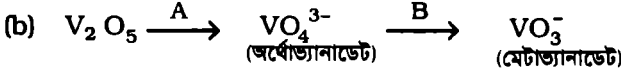
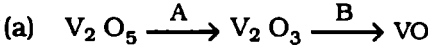


(ক) বিক্রিয়া 'A' ও 'B' এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিকারক ও শর্ত লেখ।

(খ) প্রতিক্ষেত্রে Cr এর জারণ সংখ্যা লেখ।

(গ) উৎপন্ন অক্সো-আয়নের গাঠনিক সংকেত লেখ।

- ৪। নিম্নোক্ত পরিবর্তনসমূহ কীরূপে করা যায় তা সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।



(ক) বিক্রিয়া 'A' ও 'B' এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিকারক ও শর্ত লেখ।

(খ) প্রতিক্ষেত্রে V এর জারণ সংখ্যা লেখ।

- ৫। কপার পাইরাইটস্ আকরিক থেকে কপার নিষ্কাশন জটিল কেন ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০০৭;

চ. বো. ২০০৭; কু. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৯;

ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]

- ৬। (ক) সোয়েটজার বিকারক কী? এর সংকেত লেখ ও ব্যবহার উল্লেখ কর। [ঢা. বো. ২০১০;

চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১]

(খ) রীনম্যান গ্রিন কী? এর সঞ্চারনের বিক্রিয়া লেখ।

- ৭। অবস্থান্তর ধাতুর এরূপ নামকরণের সার্থকতা ব্যাখ্যা কর।

(গ) নিম্নোক্ত আকরিকের সংকেত লেখ :

- (১) ম্যাগনেটাইট [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৭] (১৫) অ্যাজুরাইট [ঢা. বো. ২০০৭; কু. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৭]
- (২) রেড হিমাটাইট [ঢা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯] (১৬) কপার গ্ল্যান্স বা চালকোসাইট (১৭) কপার পাইরাইটাস [দি. বো. ২০০৯]
- (৩) লিমোনাইট বা ব্রাউন হিমাটাইট [চ. বো. ২০০৮; (১৮) ক্রাইসোকোলা [চ. বো. ২০১১]
- কু. বো. ২০১১; ঢা. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯; (১৯) ক্যালামাইন [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১১]
- (৪) স্প্যাথোজ বা সাইডেরাইট (২০) জিংক ব্ল্যান্ড [রা. বো. ২০১০]
- (৫) স্মলটাইট বা স্পাইস কোবাল্ট (২১) পাইরোলুসাইট
- (৬) কোবাল্ট গ্ল্যান্স বা কোবাল্টাইট (২২) ম্যাঙ্গানাইট
- (৭) লিনাসাইট (২৩) ক্রোকইট [চ. বো. ২০১১]
- (৮) পেন্টল্যানটাইট [চ. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৭] (২৪) ক্রোমকোর [চ. বো. ২০১১]
- (৯) স্মলটাইট (২৫) ক্রোমাইট
- (১০) মিলিরাইট [ঢা. বো. ২০১০] (২৬) ড্যানাডিনাইট
- (১১) নিকোলাইট (২৭) রুটাইল
- (১২) নিকেল গ্ল্যান্স (২৮) ইলমেনাইট
- (১৩) ম্যালাকোনাইট
- (১৪) ম্যালাকাইট [ব. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০০৯]

(ঘ) নিম্নোক্ত ধাতু সংকরের সংযুক্তি ও ব্যবহার লেখ :

- ১। ব্রাস বা পিতল
- ২। জার্মান সিলভার
- ৩। গান মেটাল
- ৪। ব্রোঞ্জ বা কাঁসা
- ৫। মোনেল মেটাল
- ৬। সিলিকা ব্রোঞ্জ
- ৭। নিকেল ইস্পাত
- ৮। প্রাটিনাইট
- ৯। (ক) কপার ও ক্রোমিয়ামের একটি করে সংকর ধাতুর নাম, সংযুক্তি ও ব্যবহার লেখ। [রা. বো. ২০০৮]
- (খ) কপারের দুটি ধাতু সংকরের নাম, সংযুক্তি ও ব্যবহার লেখ।
- (গ) কপার ম্যাট ও ব্লিস্টার কপার কী? [সি. বো. ২০১১]
- ১০। নিকেলের দুটি সংকর ধাতুর নাম ও সংযুক্তি লেখ। [সি. বো. ২০০৭]
- ১১। (ক) ইস্পাত কী? (১) ক্রোমিয়াম ইস্পাত, (২) ম্যাঙ্গানিজ ইস্পাতের সংযুক্তি ও ব্যবহার লেখ।
- (খ) মরিচাহীন ইস্পাত কী? এর সংযুক্তি, ভৌতধর্ম ও ব্যবহার লেখ। [চ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০]
- (গ) স্পাইজেল কী? এর ব্যবহার লেখ। [সি. বো. ২০০৭]
- (ঘ) জিংক ডাস্ট বা দস্তারজ কী? [কু. বো. ২০০৮]

(ঙ) বিবিধ প্রশ্নাবলি :

- ১। (ক) লিগ্যান্ড কী? চারটি জটিল আয়নের নাম ও সংকেত লেখ। [তা. বো. ২০১১
কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮;
য. বো. ২০০৯]
(খ) উদাহরণসহ দেখাও যে, NH_3 একটি উৎকৃষ্ট লিগ্যান্ড। [চ. বো. ২০০৭]
(গ) জটিল যৌগ ও লিগ্যান্ড কী? উদাহরণসহ লেখ।
(ঘ) লিগ্যান্ড ও সন্নিবেশ সংখ্যা কী? [সি. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০১০]
- ২। নিম্নোক্ত জটিল আয়নের নাম লেখ এবং প্রতিক্ষেত্রে লিগ্যান্ডের নাম কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা ও সন্নিবেশ সংখ্যা উল্লেখ কর :
(ক) $[PtCl_2(NH_3)_4]^{2+}$, (খ) $[PtCl(NH_3)_5]^{3+}$, (গ) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$,
(ঘ) $[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$, (ঙ) $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$, (চ) $[Fe(OH)_2(H_2O)_4]^{+}$
(ছ) $[Fe(CN)_6]^{3-}$, (জ) $[Fe(CN)_6]^{4-}$, (ঝ) $[Co(OH)_4]^{2-}$
(ঞ) $[PtCl_2(NH_3)_4]^{2+}$, (ট) $[Co(OH)(NH_3)_5]^{2+}$, (ঠ) $[CrBr(H_2O)_5]Br_2$
(ড) $[Fe(CN)_6]^{4-}$ এবং $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নদ্বয়ের নাম লেখ। [তা. বো. ২০০৯]
- ৩। $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নের গঠন আকৃতি যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা ও অঙ্কন করে দেখাও।
- ৪। ডাইডেনটেট কী? কিলেটস্ যৌগ (chelates) বলতে কী বুঝ? [চ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৭;
রা. বো. ২০০৬]
- ৫। ফেরাস লবণ ও ফেরিক লবণের পারস্পরিক রূপান্তর সমীকরণসহ লেখ। [তা. বো. ২০০৯;
চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৮;
য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯]
- ৬। ফেরাস লবণ ও ফেরিক লবণের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। [চ. বো. ২০১১;
কু. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
- ৭। (ক) অসমসঙ্গীয় প্রভাবনের উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
(খ) সমসঙ্গীয় প্রভাবনের উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৮। নিম্নোক্ত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস লেখ (বন্ধ সহকারে) :
(ক) Sc (21) এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাও।
(খ) 24 ও 29 পারমাণবিক ক্রমাঙ্কবিশিষ্ট মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস লেখ। [তা. বো. ২০০৭]
(গ) $Cr(24)$, $Cr^{3+}(24)$, $Mn^{2+}(25)$, $Fe^{2+}(26)$, $Cu^{2+}(29)$, $Zn(30)$
[তা. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- ৯। ক্রোমেট (CrO_4^{2-}) ও ডাইক্রোমেট ($Cr_2O_7^{2-}$) আয়নের গাঠনিক সংকেত লেখ।
- (চ) আয়ন শনাক্তকরণ :
- ১। (ক) দ্রবণে Fe^{2+} আয়ন কীরূপে শনাক্ত করা হয় সমীকরণসহ লেখ।
(খ) দ্রবণে Fe^{3+} আয়ন কীরূপে শনাক্ত করা হয় সমীকরণসহ লেখ। [রা. বো. ২০০৭]
- ২। দ্রবণে Co^{2+} আয়ন কীরূপে শনাক্ত করা হয় সমীকরণসহ লেখ।
- ৩। দ্রবণে Ni^{2+} আয়ন কীরূপে শনাক্ত করা হয় সমীকরণসহ লেখ। [সি. বো. ২০০৭]
- ৪। দ্রবণে Cu^{2+} আয়ন কীরূপে শনাক্ত করা হয় সমীকরণসহ লেখ। [চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০;
ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯, দি. বো. ২০১১]
- ৫। দ্রবণে Zn^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। [তা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১;
ব. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০]

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্ন

১। পর্যায় সারণিতে মৌলগুলো চারটি ব্লকে শ্রেণীবদ্ধ আছে। d- ব্লক তাদের অন্যতম। d- ব্লকের সব মৌল ধাতু, এদের অধিকাংশকে বিশেষ ধর্মের জন্য অবস্থান্তর মৌলও বলা হয়। আয়রন হল d - ব্লকভুক্ত একটি অবস্থান্তর মৌল। এ সব ধাতু এদের আকরিক থেকে নিষ্কাশন করা হয়।

- (ক) অবস্থান্তর মৌল কী? ১
- (খ) আয়রন d-ব্লক ও অবস্থান্তর মৌল উভয়ই, তা ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লেখিত অবস্থান্তর মৌলের অন্যতম বিশেষ ধর্ম- ৩
- (i) পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা ও (ii) জটিল আয়ন গঠন ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, আকরিক কী? আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনে সাধারণ ধাপগুলো উদাহরণসহ লেখ। ৪

২। d - ব্লকভুক্ত ধাতুগুলো উচ্চ গলনাঙ্কবিশিষ্ট দৃঢ়তা গুণসম্পন্ন হয়। d-ব্লকের অধিকাংশ ধাতুকে বিশেষ ধর্মের জন্য অবস্থান্তর মৌলও বলা হয়। আকরিক থেকে এসব ধাতুকে নিষ্কাশন করা হয়। বিশুদ্ধ ধাতুর চেয়ে ধাতু সংকর উৎকৃষ্ট গুণ সম্পন্ন হয়।

- (ক) d -ব্লক মৌল কী? ১
- (খ) Mn ধাতুর গলনাঙ্ক (1245°C) Fe ধাতুর গলনাঙ্ক (1536°C) থেকে কম কেন? ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লেখিত অবস্থান্তর ধাতুর অন্যতম বিশেষ ধর্ম- ৩
- (i) পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা ও (ii) রঙিন যৌগ গঠন ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকের ধাতু সংকর কী? আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪

৩। 3d - ব্লকের দশটি ধাতুর মধ্যে Sc ও Zn অবস্থান্তর মৌল নয়। কাঠামো শিল্পে যেমন মোটর গাড়ির কাঠামোতে স্টিলের এবং বিল্ডিং-এর কাঠামোতে আয়রন রডের অনন্য ভূমিকা রয়েছে। ক্রোমিয়াম ধাতু সংকর ধাতু তৈরির একটি উপাদান। আয়রনের বাজার দর সব ধাতুর চেয়ে কম; কিন্তু এর ব্যবহার সর্বাধিক হওয়ায় বাঙ্গলাদেশে আয়রন শিল্প গড়া প্রয়োজন। তখন প্রয়োজনীয় লৌহ আকরিক ও চুল্লির উপকরণ আমদানি করতে হবে।

- (ক) ফেরোক্রোম কী? ১
- (খ) Sc ও Zn অবস্থান্তর মৌল নয় কেন, তা ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লেখিত ধাতু আয়রনের দুটি আয়নের নাম ও সংকেত লেখ। উভয় আয়নের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকে উল্লেখিত আয়রন শিল্পের প্রয়োজনীয় আকরিক, রাসায়নিক বস্তু ও ব্যবহৃত চুল্লির নাম লেখ। আয়রন নিষ্কাশনে সর্গশ্রী চুল্লির বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন তাপমাত্রায় যে সব বিক্রিয়া ঘটে, তা লেখ। ৪

৪। তোমার পাঠ্যসূচির অন্তর্ভুক্ত 3d ব্লকের ধাতুগুলোর অন্যতম ধর্ম হল প্রভাবকরূপে ক্রিয়া। বিভিন্ন শিল্পে প্রভাবকরূপে এ সব ধাতু Fe, Ni, Cu ও ধাতুর অক্সাইড V_2O_5 , Cr_2O_3 , MnO_2 ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়।

- (ক) সোয়েটজার বিকারক কী? ১
- (খ) d-ব্লক ধাতুর অন্যতম বৈশিষ্ট্য জটিল যৌগ গঠন আলোচনা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লেখিত নিকেল ধাতুটি মণ্ডপস্থিতি দ্বারা নিকেল ম্যাট থেকে নিষ্কাশন কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, প্রভাবক বলতে কী বুঝ? শিল্প ক্ষেত্রে প্রভাবকরূপে Fe ধাতু, Ni ধাতু ও Cu ধাতু ব্যবহৃত এমন তিনটি বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৪

৫। d-ব্লক ধাতুগুলোর অন্যতম বৈশিষ্ট্য হল এরা তাপ ও বিদ্যুৎ সুপরিবাহী। তাই শিল্পক্ষেত্রে ঘয়লার তৈরিতে আয়রন ও বৈদ্যুতিক তার তৈরিতে কপার বিশেষ স্থান দখল করেছে। মরিচারোধে গ্যালভানাইজিং কাজে জিংক ধাতু একক স্থান দখল করেছে।

- (ক) লিগ্যান্ড কী? ১
- (খ) ফেরাস লবণ ও ফেরিক লবণের পারস্পরিক রূপান্তর সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, বিদ্যুৎ সুপরিবাহী ধাতুটি নিষ্কাশন এর পাইরাইটস আকরিক থেকে সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, গ্যালভানাইজিং কী? পরীক্ষাগারে প্রদত্ত উদ্দীপকের গ্যালভানাইজিং ধাতুর লবণে ক্যাটায়ন শনাক্তকরণে তোমাকে কোবাল্ট নাইট্রেট শূষ্ক পরীক্ষাটি করতে বলা হল। পরীক্ষার ধাপসহ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া লেখ। ৪

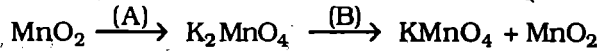
৬। 3d ব্লকের সর্বশেষ ধাতুটি গ্যালভানাইজিং কাজে এবং ক্রোমিয়াম ধাতুটি স্টিল তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। বিশুদ্ধ কপার ধাতুর তার বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে প্রয়োজন হয়। এরূপে d -ব্লকের সব ধাতু বিভিন্ন কাজে লাগে।

- (ক) কিলেটস্ যৌগ কী? ১
- (খ) গ্যালভানাইজিং কাজে ব্যবহৃত ধাতুটির লবণের দ্রবণে ধনাত্মক আয়নটি কী রূপে শনাক্ত করা হয়? ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লেখিত ধাতুর একটি করে সংকর ধাতুর নাম, সংযুক্তি ও ব্যবহার লেখ। ৩
- (ঘ) কপার পাইরাইটস থেকে কপার ধাতু নিষ্কাশন একটি জটিল প্রক্রিয়া এর কারণ ব্যাখ্যা কর। উদ্দীপকে উল্লেখিত কাজে ব্যবহার করার জন্য রিস্টার কপার থেকে কীরূপে বিশুদ্ধ কপার ধাতু তৈরি করা যায়? ৪

৭। 3d ব্লকের দশটি ধাতুর মধ্যে Sc ও Zn অবস্থান্তর ধাতু নয়। অবস্থান্তর ধাতুর পাঁচটি বৈশিষ্ট্য আছে। অন্যতম বৈশিষ্ট্যরূপে কোবাল্ট লবণ ও কপার লবণ NH_4OH এর সাথে জটিল যৌগ গঠন করে। বাংলাদেশে বর্তমানে Al ধাতু, লৌহ ধাতু, Cu ধাতু, Zn ধাতুর ব্যবহার বেড়ে গেছে। ঘরের ছাউনির C.I শীটে ও কাঁটাভারে গ্যালভানাইজিং কাজে জিংকের ব্যবহার উল্লেখযোগ্য।

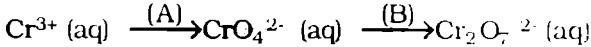
- (ক) অবস্থান্তর মৌল-কী? ১
- (খ) অবস্থান্তর মৌলের অন্যতম বৈশিষ্ট্য রঙিন যৌগ গঠন ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লেখিত লবণ যেমন $Co(NO_3)_2$ ও $CuSO_4$ দ্রবণের সাথে NH_4OH দ্রবণের বিক্রিয়া লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, বাংলাদেশে কোন্ শিল্পে গ্যালভানাইজিং ব্যবহৃত হয়, তা ব্যাখ্যা কর। স্পেস্টার কী? স্পেস্টারের বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ চিত্রসহ বর্ণনা কর।

৮। অ্যালুমিনো থারমিট পদ্ধতিতে পাইরোলুসাইট (MnO_2) থেকে Mn নিষ্কাশন করা হয়। কার্বন বিজারণ ছাড়াও স্ববিজারণ পদ্ধতিতে d -ব্লক ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। Mn এর কিছু যৌগের রূপান্তরের ধারা দেখানো হল :



- (ক) d - ব্লক মৌল কী? ১
- (খ) উদ্দীপক মতে, অক্সোআয়নসমূহের নাম, সংকেত ও বর্ণ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপকের, বিক্রিয়া (A) ও (B) এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিকারক ও শর্তসহ বিক্রিয়া লেখ। শেষের বিক্রিয়াটিকে জারণ-সংখ্যাভিত্তিক কী বিক্রিয়া বলা যায়? ৩
- (ঘ) উদ্দীপকে উল্লেখিত, স্ববিজারণ কী? তোমার পাঠ্যসূচি মতে স্ববিজারণ প্রক্রিয়ায় আকরিক থেকে যে, ধাতুটি নিষ্কাশন করা সম্ভব সেটির তাপজারিত আকরিক থেকে ধাতুটি নিষ্কাশন কর। ৪

৯। ইস্পাত শিল্পে ক্রোমিয়াম ধাতু ব্যবহৃত হয়। অ্যালুমিনো থারমিট পদ্ধতিতে Cr_2O_3 কে বিজারিত করে প্রায় বিশুদ্ধ ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। নিচে Cr এর কিছু যৌগের রূপান্তরের ধারা দেখানো হল :



- (ক) অবস্থান্তর মৌল কী? ১
 (খ) উদ্দীপক মতে, অক্সো আয়নসমূহের নাম ও Cr এর জারণ অবস্থা লেখ। ২
 (গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়া (A) ও (B) এর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিকারক ও শর্তসহ বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ। ৩
 (ঘ) অ্যালুমিনো ধারমিট বিজ্ঞারণ কী? তাপজারিত ক্রোমাইট আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের

- ১। ইলেকট্রন বিন্যাস মতে কোনটি অবস্থান্তর মৌল নয় ?
 (ক) $M^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ (খ) $M^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p 6d^{10}$
 (গ) $M^{3+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ (ঘ) $M^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$
- ২। ইলেকট্রন বিন্যাস মতে কোনটি d-ব্লক ও অবস্থান্তর মৌল উভয়ই ?
 (ক) $M^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ (খ) $M^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$
 (গ) $M^{3+} = 1s^2 2s^2 2p^6$ (ঘ) $M^{3+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- ৩। K_2CrO_4 এবং $K_2Cr_2O_7$ যোগে Cr এর জারণ অবস্থা যথাক্রমে -
 (ক) +4, +5 (খ) +4, +6 (গ) +6, +6 (ঘ) +6, +7
- ৪। $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আয়নে কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণসংখ্যা ও সন্নিবেশ সংখ্যা হল -
 (ক) +4, 6 (খ) -4, 6 (গ) +2, 6 (ঘ) -2, -6
- ৫। জটিল আয়ন $[CoSO_4(NH_3)_4]^+$ এর নাম হল -
 (ক) কোবাল্ট সালফেট অ্যামোনিয়া (খ) ক্ষারীয় কোবাল্ট সালফেট
 (গ) টেট্রা অ্যামিন সালফেট কোবাল্ট (III) আয়ন (ঘ) টেট্রাঅ্যামিন সালফেট কোবাল্ট (III) আয়ন
- ৬। তৈল ফেনা ভাসমান পদার্থের বেলায় কোনটি প্রযোজ্য ?
 (ক) এটি রাসায়নিক পদার্থ (খ) বিজারণে ব্যবহৃত
 (গ) সালফাইড আকরিকের গাঢ়ীকরণ (ঘ) ফেনা তৈরি করতে
- ৭। বোরাক্স লবণের সংকেত কোনটি ?
 (ক) $Na_2B_4O_7$ (খ) $NaBO_2 \cdot B_2O_3$ (গ) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (ঘ) B_2O_3
- ৮। ব্রাস বা পিতলের সংযুক্তি হল -
 (ক) Cu (60-80%), Zn (40-20%) (খ) Cu (40-20%), Zn (60-80%)
 (গ) Cu (30-40%), Zn (70-60%) (ঘ) Cu (50%), Zn (50%)
- ৯। মরিচাহীন ইস্পাতের সংযুক্তি হল -
 (ক) Cr (18%), Ni (8%), C (1%), Fe (73%) (খ) Cr (2%), Ni (1%), C (1%), Fe (7%)
 (গ) Cr (1%), V (15%), C (1%), Fe (83%) (ঘ) Ni (5%), C (1%), Fe (94%)
- ১০। কোন ইস্পাত স্কের দিয়ে গাড়ির যন্ত্রাংশ ও থালা-বাসন তৈরি হয় -
 (ক) নিকেল ইস্পাত (খ) ক্রোমিয়াম ইস্পাত
 (গ) মরিচাহীন ইস্পাত (ঘ) ক্রোম ভ্যানাডিয়াম ইস্পাত

- ১১। ডাইমিথাইল গ্লাইঅক্সাইম বিকারক ব্যবহৃত হয় কোন্ ক্যাটায়ন শনাক্তকরণে ?
 (ক) Cu^{2+} আয়ন (খ) Zn^{2+} আয়ন (গ) Ni^{2+} আয়ন (ঘ) Co^{2+} আয়ন
- ১২। সোয়েটজার বিকারক কোনটির জন্য দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয় –
 (ক) প্রোটিন (খ) স্টার্চ (গ) সেনুলোজ (ঘ) চর্বি
- ১৩। স্পেক্টার থেকে তড়িৎ বিশোধনে উৎপন্ন হয় –
 (ক) 99.95% Zn (খ) 99.98% Cu (গ) 97% Zn (ঘ) 100% Ni
- ১৪। ধাতু নিষ্কাশনে ব্যবহৃত চুল্লি চীনা মাটি দিয়ে তৈরি করা হয় –
 (ক) মজবুত কাঠামোর জন্য (খ) উচ্চ তাপমাত্রা প্রতিরোধকরূপে
 (গ) রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার জন্য (ঘ) পাল্টানোর দরকার হয় না বলে
- ১৫। ধাতুবিদ্যায় খনি থেকে সংগৃহীত আকরিকের মধ্যস্থ অপ্রয়োজনীয় পদার্থকে বলা হয় –
 (ক) ধাতুমল (খ) বিগালক (গ) খনিজমল (ঘ) সিলিকেট
- ১৬। ধাতুবিদ্যায় আকরিকের মধ্যস্থ অল্পধর্মী অপ্রয়োজনীয় পদার্থ দূর করতে ব্যবহৃত হয় –
 (ক) সিলিকা (খ) NaCl (গ) চূনা পাথর (ঘ) ফ্লোরস্পার
- ১৭। ব্লিস্টার কপারের বিদ্যুৎ বিশুদ্ধকরণ শেষে অ্যানোড-মাডরূপে তড়িৎ কোষের তলায় জমা হয় –
 (ক) Ag ও Au (খ) Fe ও Au (গ) Pt ও Ag (ঘ) Zn ও Ag
- খ-১ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (খ) ২। (ক) ৩। (গ) ৪। (গ) ৫। (ঘ) ৬। (গ) ৭। (গ) ৮। (ক) ৯। (ক) ১০। (গ) ১১। (গ) ১২। (গ) ১৩। (ক) ১৪। (খ) ১৫। (গ) ১৬। (গ) ১৭। (ক)
- খ-২ MCQ : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন, প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের :
- ১। অবস্থান্তর ধাতুর বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম হল –
 (i) পরিবর্তনশীল যোজ্যতা থাকে, (ii) জটিল আয়ন গঠনে লিগ্যান্ডসহ সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে
 (iii) রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সক্রিয় শক্তি হ্রাস করে।
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)
- ২। (i) Mn (25) \rightarrow [Ar] 3d⁵ 4s² এর বেলায় 3d অর্ধপূর্ণ হয়েছে, এর পরবর্তী মৌলের বেলায় –
 ও 3d ইলেক্ট্রনের উপর প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়,
 (ii) প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে পরমাণুর আকার ছোট হয়, (iii) আয়নিকরণ শক্তি ক্রমশ বৃদ্ধি পায়,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৩। আকরিক গাটীকরণে ব্যবহৃত হয় নিম্নোক্ত পদার্থ –
 (ক) আকরিক গুঁড়ার দৌতকরণ (ii) তৈল-ফেনা ভাসমান পদার্থ (iii) তাপজারণ
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৪। কোন্ ধাতু সংকরে Cr ধাতু ব্যবহৃত হয় ?
 (i) মরিচাহীন ইস্পাত (ii) ক্রোম ইস্পাত (iii) ক্রোম অ্যানাডিয়াম ইস্পাত
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

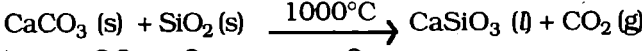
- ৫। কোন্ ধাতু সংকরে Ni ধাতু থাকে ?
 (i) মরিচাহীন ইস্পাত (ii) নিকেল ইস্পাত (iii) প্রাটিনাইট
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৬। নিম্নোক্ত কোন্ যৌগে Cr এর জারণ অবস্থা + 6 আছে –
 (i) K_2CrO_4 (ii) $Cr_2O_3 \cdot FeO$ (iii) $K_2Cr_2O_7$
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ৭। নিম্নোক্ত কোন্ ক্ষেত্রে Mn এর জারণ অবস্থা + 6 আছে –
 (i) MnO_3 (ii) $KMnO_4$ (iii) MnO_4^{2-}
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ৮। বাত্যাচুল্লি ব্যবহৃত হয় কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে ?
 (i) লৌহ নিষ্কাশনে বিগলনে (ii) কোবাল্ট নিষ্কাশনে বিগলনে (iii) নিকেল নিষ্কাশনে বিগলনে
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)
- ৯। বেসিমার চুল্লি ব্যবহৃত হয় কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে ?
 (i) নিকেল ম্যাট তৈরিতে (ii) কপার ম্যাটের সবজারণে (iii) লৌহ নিষ্কাশনে বিগলনে
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ১০। পরাবর্তক চুল্লি ব্যবহৃত হয় নিম্নোক্ত কোন্ ক্ষেত্রে ?
 (i) স্পাইস ও NaCl মিশ্রণের তাপজারণে (ii) ক্রোমিয়াম আকরিকের তাপজারণে (iii) লৌহ নিষ্কাশনে
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ১১। বহুতাক বিশিষ্ট চুল্লি ব্যবহৃত হয় কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে ?
 (i) কপার পাইরাইটসের তাপজারণে (ii) জিংক ব্লেন্ডের তাপজারণে (iii) লৌহ নিষ্কাশনে
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (ii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ১২। কপার পাইরাইটস থেকে কপার ধাতু নিষ্কাশনে নিম্নোক্ত চুল্লি ব্যবহৃত হয় –
 (i) তাপজারণে বহুতাক বিশিষ্ট চুল্লি (ii) বিগলনে কপার ম্যাট তৈরিতে বাত্যাচুল্লি
 (iii) কপার ম্যাট থেকে ব্লিস্টার কপার তৈরিতে বেসিমার চুল্লি
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

খ – ২ MCQ এর উত্তরমালা :

১। (গ) ২। (খ) ৩। (গ) ৪। (ক) ৫। (ক) ৬। (খ) ৭। (খ) ৮। (গ) ৯। (ক) ১০। (ক) ১১। (ক) ১২। (খ)

খ-৩ MCQ : অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতা স্তরের :

১। লৌহ নিষ্কাশনে লৌহ আকরিকের সাথে মিশ্রিত থাকা SiO_2 বাত্যাচুপ্তির 1000°C তাপমাত্রায় চূনাপাথরের সাথে নিম্নরূপ বিক্রিয়া করে -



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিম্নের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও—

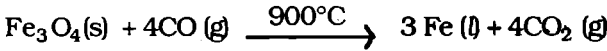
(১) উদ্দীপক মতে, আকরিকে মিশ্রিত থাকা SiO_2 যৌগটিকে ধাতুবিদ্যায় কী বলা হয়?

(ক) সিলিকন ডাইঅক্সাইড, (খ) সিলিকা, (গ) খনিজমল, (ঘ) ধাতুমল

(২) উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তরল পদার্থটি ধাতুবিদ্যায় কী বলা হয়?

(ক) সিলিকেট (খ) ধাতুমল (গ) ক্যালসিয়াম সিলিকেট (ঘ) মূল উৎপাদ

২। লৌহ নিষ্কাশনে বাত্যাচুপ্তিতে 900°C এর মধ্যে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি ঘটে—



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিম্নের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

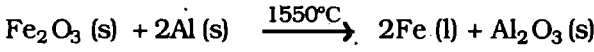
(১) উদ্দীপকের Fe_3O_4 যৌগটি কোন্ শ্রেণীর যৌগ?

(ক) লৌহের অক্সাইড (খ) ফেরোসো ফেরিক অক্সাইড (গ) মিশ্র অক্সাইড (ঘ) ধাতব অক্সাইড

(২) উদ্দীপকের উক্ত বিক্রিয়ায় CO এর ভূমিকা কী?

(ক) নিরপেক্ষ অক্সাইড (খ) নীরব ঘাতক গ্যাস (গ) বিজারক (ঘ) হালকা গ্যাস

৩। বিশুদ্ধ গলিত লৌহ দ্বারা ভাঙা রেল লাইন জোড়া দিতে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি ব্যবহৃত হয় -



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিম্নোক্ত (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও—

(১) উদ্দীপক মতে ধাতুবিদ্যায় সঞ্চিত বিক্রিয়াটিকে বলা হয় -

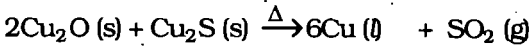
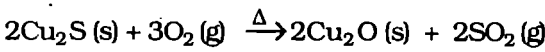
(ক) ধাতব বিজারণ (খ) স্ববিজারণ (গ) থার্মিট বিজারণ (ঘ) অক্সাইডের বিজারণ

(২) উদ্দীপকের মতে উক্ত বিজারণ বিক্রিয়াটি ঘটানো হয় -

(ক) Al ধাতুসহ ত্রিযোজী ধাতুর সাথে (খ) Al ধাতুসহ ত্রিযোজী ধাতুর অক্সাইডের সাথে

(গ) Al ধাতুসহ সক্রিয় ধাতুর অক্সাইডের সাথে (ঘ) Al ধাতু ও d - ব্লকের ধাতুর অক্সাইডসহ

৪। কপার ধাতু নিষ্কাশনে মূল বিক্রিয়া হল নিম্নরূপ -



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিম্নের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) Fe, CO ও Zn ধাতু নিষ্কাশনে ধাতুর অক্সাইডের বিজারণে C অথবা CO গ্যাস, বিক্রিয়া ঘটানো হয়।

এক্ষেত্রে তা না ঘটায় ধাতু নিষ্কাশনে এ প্রক্রিয়াকে কী বলা হয়?

(ক) অক্সাইডের বিয়োজন, (খ) সালফাইডের জারণ (গ) স্ববিজারণ (ঘ) SO_2 গঠন

(২) উপরের বিক্রিয়ায় Cu_2O বিজারিত হয়ে গলিত Cu উৎপন্ন হয়েছে; এ ধরনের বিজারণ ঘটে -

(ক) সব সালফাইড আকরিকে (খ) নিম্নমানের সালফাইড আকরিকে

(গ) FeS মিশ্রিত নিম্নমানের সালফাইড আকরিকে (ঘ) শুধু কপার আকরিকে

খ-৩ MCQ এর উত্তরমালা :

১। (১) (গ) (২) (খ); ২। (১) (গ) (২) (গ); ৩। (১) (গ) (২) (খ); ৪। (১) (গ) (২) (গ)

জৈব রসায়নের সূচনা

Introduction to Organic Chemistry

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। রাসায়নিক বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব; সমযোজী বন্ধনের প্রকারভেদ;
- ২। পারমাণবিক অরবিটাল সংকরণ; কার্বনের চতুর্থোজ্যতা;
- ৩। অ্যালিফেটিক জৈব যৌগে বর্তমান বন্ধনের স্থানিক বিন্যাস;
- ৪। অ্যালিফেটিক জৈব যৌগের ত্রিমাত্রিক গঠন;
- ৫। সমগোত্রীয় শ্রেণী, কার্যকরী মূলক;
- ৬। জৈব যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি (জেনেভা পদ্ধতিতে);
- ৭। জৈব বিক্রিয়ার প্রকারভেদ ও বিক্রিয়াসমূহের কয়েকটি দিক যেমন, বন্ধনের সূক্ষম বিভাজন, বন্ধনের বিষম বিভাজন, কার্বানায়ন, কার্বোনিয়াম আয়ন ইত্যাদি;
- ৮। সমাণুতা ও এর প্রকারভেদ।

 Id: www.facebook.com/tanbir.cox

 Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks

 Web: www.tanbircox.blogspot.com

উদ্দেশ্য (Objectives)

- ☞ কার্বনের চতুর্থোজ্যী ধর্ম, অ্যালিফেটিক জৈব যৌগে বন্ধনের স্থানিক বিন্যাস ও ত্রিমাত্রিক গঠন সম্পর্কে ধারণা লাভ।
- ☞ জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণ সম্পর্কে জ্ঞান লাভ।
- ☞ জৈব যৌগ দ্বারা প্রদর্শিত বিভিন্ন প্রকার সমাণুতা সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
- ☞ জৈব বিক্রিয়ার প্রকারভেদ ও মেকানিজম সম্বন্ধে ধারণা লাভ।

বন্ধনশক্তি	kJmol^{-1}
C—H	413
C—C	347
C—O	358
O—H	464
C—F	467
C—Cl	347
C—Br	290
C—I	228
C=C	612
C≡C	838
C=O	743
C—N	286
C=N	615
C≡N	887
N—H	391
N—O	214
O—O	144
Cl—Cl	243
Br—Br	193

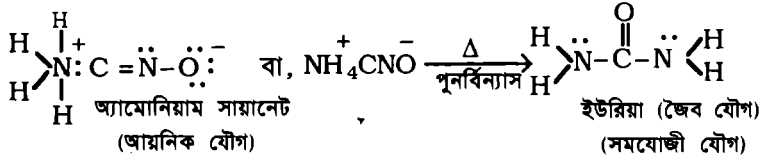
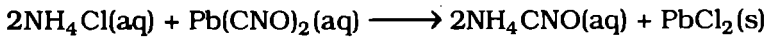
৪.১ ভূমিকা (Introduction)

জৈব রসায়ন (Organic Chemistry) : কার্বন শিকল দ্বারা গঠিত বিভিন্ন যৌগের রসায়নকে জৈব রসায়ন (organic chemistry) বলা হয়। অপর কথায় রসায়ন বিদ্যার যে শাখায় হাইড্রোকার্বন ও হাইড্রোকার্বনের বিভিন্ন জাতক সম্বন্ধে আলোচনা করা হয় তাকে জৈব রসায়ন বলে।

জৈব যৌগ (Organic compounds) : জৈব যৌগ বলতে হাইড্রোজেন ও কার্বন দ্বারা গঠিত হাইড্রোকার্বন এবং হাইড্রোকার্বন থেকে উদ্ভূত যৌগসমূহকে বোঝায়। এ সব জৈব যৌগে কার্বনের সাথে প্রধানত হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, ফসফরাস, হ্যালাজেন প্রভৃতি মৌল যুক্ত থাকে। যেমন, মিথেন (CH₄), মিথাইল ক্লোরাইড (CH₃Cl), মিথাইল অ্যালকোহল (CH₃OH), অ্যাসিটিক এসিড (CH₃COOH) প্রভৃতি প্রত্যেকটি হল জৈব যৌগ।

1808 খ্রিস্টাব্দে সুইডিশ বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সজীব পদার্থ (living organism) থেকে প্রাপ্ত যৌগসমূহকে জৈব যৌগ এবং খনিজ অর্থাৎ নির্জীব পদার্থ থেকে প্রাপ্ত যৌগসমূহকে অজৈব যৌগ নামকরণ করেন।

1815 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস প্রস্তাব করেন যে, জৈব যৌগসমূহ কেবল সজীব উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে এক রহস্যময় প্রাণশক্তির প্রভাবে উৎপন্ন হয়ে থাকে। তাই পরীক্ষাগারে জৈব যৌগসমূহ প্রস্তুত করা সম্ভব নয়। এ মতবাদ বার্জেলিয়াসের প্রাণশক্তি মতবাদ (vital force theory) নামে অভিহিত হয়। তখন সব বিজ্ঞানী এ মতবাদ গ্রহণ করেন। 1828 খ্রিস্টাব্দে ফ্রেডারিক উহ্লার (F. Wohler) পরীক্ষাগারে অজৈব অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও লেড সায়ানেট দ্রবণের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যামোনিয়াম সায়ানেট দ্রবণকে উত্তাপে বাষ্পীভূত করে কঠিন অ্যামোনিয়াম সায়ানেট তৈরি করতে গিয়ে আকস্মিকভাবে ইউরিয়া প্রস্তুত করেন। এ বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :



অ্যামোনিয়াম সায়ানেট (NH₄CNO) লবণকে উত্তপ্ত করে ইউরিয়া প্রস্তুত করে প্রমাণ করেন যে, প্রাণশক্তির সাহায্য ছাড়াই পরীক্ষাগারে জৈব যৌগ তৈরি করা সম্ভব। এখানে উৎপন্ন ইউরিয়া একটি জৈব যৌগ। এটি স্তন্যপায়ী প্রাণীর প্রস্রাব (urine) থেকে ইতোপূর্বে আবিষ্কৃত হয়। প্রাণশক্তি মতবাদ যে সঠিক নয়, তা পরীক্ষাগারে ইউরিয়া প্রস্তুতির মাধ্যমে প্রমাণিত হল।

এজন্য বিজ্ঞানী ফ্রেডারিক উহ্লারকে জৈব রসায়নের জনক বলা হয়।

৪.২ জৈব যৌগ গঠনে কার্বন মৌলের বিশিষ্টতা

Speciality of carbon to form organic compounds

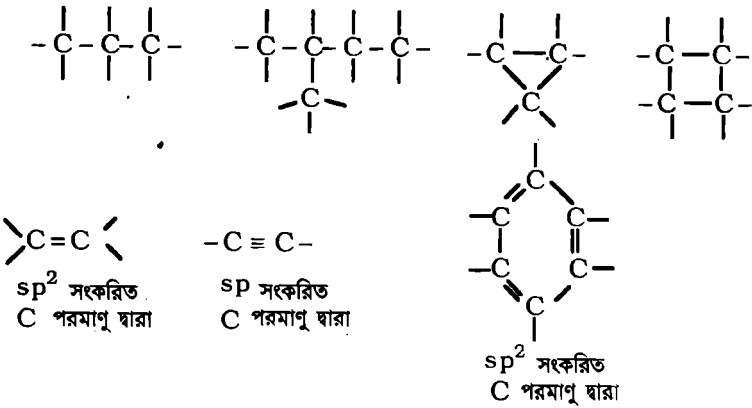
কার্বন অন্য যে কোন মৌলের তুলনায় অধিক সংখ্যক যৌগ গঠন করতে পারে। বর্তমানে জৈব যৌগের সংখ্যা আশি লক্ষের বেশি। এদের মধ্যে কিছু উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে উৎপন্ন হয়; কিন্তু অধিকাংশ জৈব যৌগ রসায়নবিদেরা তাঁদের পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করেছেন। অপরদিকে অজৈব যৌগের সংখ্যা প্রায় এক লক্ষের মত।

জৈব যৌগের সংখ্যাধিকার বা কার্বন মৌলের অধিক সংখ্যক যৌগ গঠনের কারণ হল—(১) কার্বন মৌলের ক্যাটেনেশন ধর্ম, (২) জৈব যৌগের সমাণুতা ধর্ম [অনুচ্ছেদ ৪.২০ দ্রষ্টব্য] (৩) জৈব যৌগের পলিমারকরণ ও (৪) কার্বনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা ও বন্ধন শক্তি।

(১) ক্যাটেনেশন : কার্বনের অসংখ্য পরমাণু নিজেদের মধ্যে যুক্ত হয়ে ছোট বড় বিভিন্ন আকার ও আকৃতির দীর্ঘ শিকল বা বলয় গঠন করার ক্ষমতাকে কার্বনের ক্যাটেনেশন বলে। ল্যাটিন ক্যাটেনা (catena) শব্দের অর্থ হল শিকল (Chain)। সুতরাং কার্বনের ক্যাটেনেশন বলতে কার্বনের শিকল বোঝায়।

জৈব যৌগ গঠনকালে sp³ সংকরণ দ্বারা কার্বন পরমাণুসমূহ নিজেদের মধ্যে নানাভাবে যুক্ত হয়ে সম্পৃক্ত কার্বন শিকল ও চক্রিক কার্বন কাঠামো গঠন করে। আবার sp² ও sp সংকরণ দ্বারা কার্বন পরমাণুসমূহ নানাভাবে যথাক্রমে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে অসম্পৃক্ত কার্বন শিকল ও কার্বন চক্র গঠন করে। কার্বনের এরূপ স্বপরমাণু যুক্ত হওয়ার ধর্মকে কার্বনের ক্যাটেনেশন বলে। যেমন,

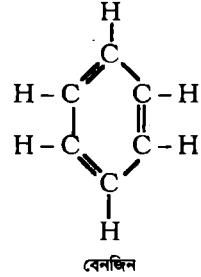
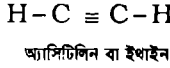
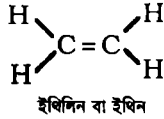
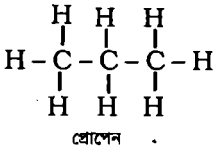
কার্বন শিকল ও বলয় গঠন :



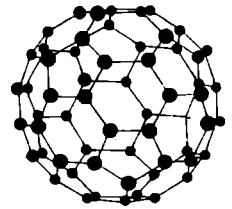
অসম্পৃক্ত কার্বন শিকল ও চাক্তিক গঠন :
(sp^2 ও sp সংকরন দ্বারা)

চিত্র ৪.১ (ক) : কার্বনের ক্যাটেনেশন

কার্বন শিকল ও বলয় দ্বারা যৌগ গঠন : ক্যাটেনেশন দ্বারা সৃষ্ট শিকল ও চাক্তিক কাঠামোর কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট যোজনীতে H, O, N, Cl ইত্যাদি পরমাণু যুক্ত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ সৃষ্টি করে। এরূপে জৈব যৌগের সংখ্যা অধিক হয়েছে। যেমন,



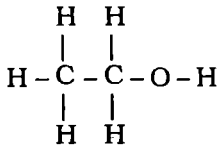
ক্যাটেনেশনের একটি বিশেষ উদাহরণ হল ফুলারিনস (Fullerenes) নামক কার্বনের একটি বিশেষ শ্রেণীর রূপভেদ। গ্রাফাইট ও ডায়মন্ড বা হীরক ছাড়াও বিজ্ঞানীরা 1985 খ্রিস্টাব্দে কার্বনের বিশেষ শ্রেণীর রূপভেদ আবিষ্কার করেন। এ রূপভেদসমূহের অণুতে 30 - 70টি কার্বন পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। এসব রূপভেদের যেমন, C_{32} , C_{50} , C_{60} , C_{70} এর নামকরণ হয় ফুলারিনস। রূপভেদ C_{60} এর আণবিক গঠন হল বিখ্যাত স্থপতি বুকমিনস্টার ফুলার নির্মিত 'ভূগোলক আকৃতির গম্বুজ' এর মত। তাই রূপভেদ C_{60} কে বুকমিনস্টার ফুলারিন বা 'বাকি বল' বলা হয়। এ বিশেষ ফুলারিন অণুতে ষাটটি কার্বন পরমাণু C_{60} (আণবিক ভর 720) sp^2 সংকরিত অবস্থায় পরস্পরের সাথে একক বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ যার গঠন আকৃতি ফুটবলের মত।



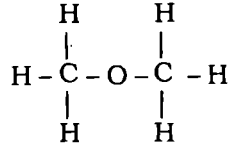
চিত্র ৪.১ : ফুলারিন

(ক) কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার কারণ : কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার মূল কারণ হল কার্বন-কার্বন (C-C) বন্ধন শক্তির উচ্চ মান যেমন, 347 kJmol^{-1} যা একই পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের বন্ধন শক্তির তুলনায় অনেক বেশি (যেমন, N-N, 163 kJmol^{-1})। আবার C-C বন্ধন শক্তি এত বেশি হওয়ার কারণ হল- (১) কার্বনের মোটামুটি ইলেকট্রন আসক্তি, (২) কার্বনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান 2.5 যা পর্যায়ের প্রথম মৌল Li ও শেষ মৌল F এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার (Li = 1, F = 4) গড় মানের সমান। (৩) সবচেয়ে কার্যকরী শর্ত হল কার্বনের ক্ষুদ্র পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (0.077 nm) এবং ২য় শক্তিস্তরে যোজ্যতা ইলেকট্রন। এর ফলে দুটি C পরমাণুর অরবিটালের মধ্যে মুখোমুখি অধিক্রমণ মাত্রা (σ বন্ধনে) যেমন, বেশি ঘটে, তেমনি p অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণে π বন্ধন গঠনও সম্ভব হয়েছে।

(২) সমাণুতা : যে সব জৈব যৌগের আণবিক সংকেত একই কিন্তু গাঠনিক সংকেত ভিন্ন তাদেরকে সমাণু বলে এবং ঘটমান বিষয়টিকে সমাণুতা বলা হয়। যেমন, C_2H_6O আণবিক সংকেতের দুটি সমাণু আছে। এ সব সমাণু সৃষ্টির মূলে রয়েছে কার্বন শিকলের ভিন্ন ভিন্ন কার্বন পরমাণুর সাথে O এবং H পরমাণুর বন্ধন গঠন। যেমন,



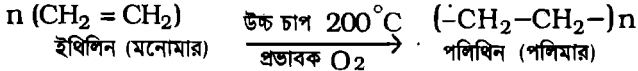
ইথানল অ্যালকোহল বা ইথানল



ডাইমিথাইল ইথার বা মিথোক্সি মিথেন

এরূপে জৈব যৌগের সমাগতা ধর্ম যৌগের সংখ্যা বৃদ্ধিতে ভূমিকা রেখেছে।

(৩) পলিমারকরণ : যে বিক্রিয়ায় একই যৌগের বিশেষত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের বহু সংখ্যক অণু পরপর যুক্ত হয়ে বৃহৎ অণুবিশিষ্ট জৈব যৌগ গঠন করে, সে বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বলা হয়। তখন উৎপন্ন যৌগকে পলিমার এবং মূল যৌগকে মনোমার বলে। যেমন, ইথিলিন থেকে পলিথিন, অ্যাসিটিলিন থেকে বেনজিন।



এরূপে পলিমারকরণ প্রক্রিয়ার ফলে জৈব যৌগের সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়েছে।

৪.৩ জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য

Differentiating characteristics of organic and inorganic compounds

নিচে জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের মধ্যে তুলনা দেয়া হল :

সারণি ৪.১ : জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের বৈশিষ্ট্য

পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য	জৈব যৌগ	অজৈব যৌগ
১। সংযুক্তি :	১। জৈব যৌগে কার্বন অবশ্যই থাকে। কার্বনের সাথে H, O, N, X, S, P প্রভৃতি মৌল যুক্ত থাকে। যেমন, মিথানল (CH ₃ OH), মিথাইল অ্যামিন (CH ₃ NH ₂)।	১। যে কোন দুই বা ততোধিক মৌলের সমন্বয়ে অজৈব যৌগ গঠিত হয়। যেমন, H ₂ O, PCl ₃ ইত্যাদি।
২। বন্ধন প্রকৃতি :	২। প্রধানত সমযোজী বন্ধন দ্বারা জৈব যৌগ গঠিত হয়। যেমন, $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \cdot \text{C} \cdot \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$ ← সমযোজী বন্ধন	২। অধিকাংশ অজৈব যৌগ আয়নিক অথবা সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত। যেমন, $\text{Na}^+ \text{Cl}^- \quad \text{H} : \text{Cl}$ আয়নিক বন্ধন সমযোজী বন্ধন
৩। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক :	৩। জৈব যৌগ নিম্ন গলনাঙ্ক ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট হয়; সাধারণত 350°C এর নিচে। যেমন, বেনজিনিক এসিডের গলনাঙ্ক 121°C; মিথানলের স্ফুটনাঙ্ক 65°C।	৩। অজৈব যৌগ উচ্চ গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট হয়; আয়নিক অজৈব যৌগের গলনাঙ্ক 700°C এর উর্ধ্বে। যেমন, NaCl এর গলনাঙ্ক 815°C।
৪। দ্রাব্যতা :	৪। জৈব যৌগ পোলার দ্রাবক পানিতে অদ্রবণীয়, কিন্তু জৈব দ্রাবক যেমন, ইথার ও বেনজিনে দ্রবণীয়। তবে হাইড্রক্সিল মূলক যুক্ত যৌগ (চিনি, অ্যালকোহল) পানিতে দ্রবণীয়।	৪। পোলার দ্রাবক যেমন, পানিতে অজৈব যৌগ দ্রবণীয়; কিন্তু জৈব দ্রাবকে অদ্রবণীয়। যেমন, NaCl পানিতে দ্রবণীয়; বেনজিনে অদ্রবণীয়।
৫। জ্বলন বা দহন :	৫। জৈব যৌগের দহনের পর কোন অবশেষ থাকে না। যেমন, $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	৫। অজৈব যৌগ সাধারণত জ্বলে না; তবে জ্বলে দহনের পর অবশেষ থাকে।
৬। তড়িৎ-পরিবাহিতা :	৬। জৈব যৌগ গলিত অবস্থায় বা দ্রবণে আয়নিত হয় না বলে তড়িৎ-বিশ্লেষ্য নয় অর্থাৎ বিশুদ্ধ জৈব যৌগ তড়িৎ-অপরিবাহী।	৬। অজৈব যৌগ যেমন, NaCl গলিত অবস্থায় বা দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষিত হয়ে ক্যাথোডে সোডিয়াম ধাতু ও অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন করে।
৭। যৌগের সংখ্যা :	৭। কার্বনের ক্যাটেনেশন ও জৈব যৌগের সমাগতা ধর্মের কারণে বর্তমানে আবিষ্কৃত জৈব যৌগের সংখ্যা ৪০ (আশি) লক্ষের ওপরে।	৭। অজৈব যৌগের সংখ্যা 1 লক্ষেরও কম। (প্রায় নব্বই হাজার মাত্র)।
৮। সমগোত্রীয় শ্রেণী :	৮। জৈব যৌগসমূহকে কয়েকটি সমধর্মী সমগোত্রীয় শ্রেণীতে বিন্যস্ত করা যায়। যেমন, অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড সমগোত্রীয় শ্রেণী।	৮। অজৈব যৌগসমূহকে এরূপ সমধর্মী যৌগ শ্রেণীতে বিভক্ত করার বিশেষ সুযোগ নেই।
৯। বিক্রিয়ার কৌশল ও গতি :	৯। জৈব বিক্রিয়ার কৌশল জটিল ও মন্থর গতির হয়।	৯। অজৈব বিক্রিয়ার কৌশল আয়নিক প্রকৃতির ও দ্রুতগতি সম্পন্ন হয়।

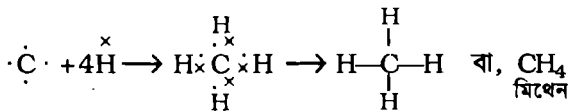
৪.৪ সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব

Electronic theory of covalent bond

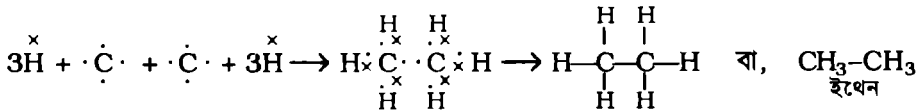
১৯১৬ সালে বিজ্ঞানী লুইস সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় মতবাদ প্রকাশ করেন। তাঁর মতবাদ অনুসারে, যে সব অধাতব পরমাণুর তড়িৎ রাসায়নিক প্রকৃতি সমান অথবা প্রায় সমান, সে সব পরমাণুর প্রত্যেকে নিজের যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলোর অযুগ্ম বা বিজোড় (unpaired) ইলেকট্রন সমভাবে যোগান দিয়ে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় (electron pair) গঠন ও শেয়ার করে উভয় পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়। এভাবে প্রত্যেক পরমাণু প্রত্যেকের নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করে। এরূপে সৃষ্ট দুই পরমাণুর মধ্যবর্তী রাসায়নিক বন্ধনকে সমযোজী বন্ধন বলা হয়। সমযোজী বন্ধনের ঐ ইলেকট্রন জোড়কে বন্ধন ইলেকট্রন জোড় বলে; এ দুটি ইলেকট্রনের ঘূর্ণন পরস্পরের বিপরীতমুখী হয়। পরমাণু দুটির এরূপ সমযোজী বন্ধনে মিলিত হওয়ার কালে এক পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয় না বলে পরমাণু দুটির তড়িৎ চার্জের বিশেষ কোন পরিবর্তন ঘটে না।

পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-IVA তে কার্বন স্থান পেয়েছে, তাই কার্বন পরমাণু তীব্র তড়িৎ-ধনাত্মক বা তীব্র তড়িৎ-ঋণাত্মক নয়। কার্বন পরমাণু কখনও নিজের বাইরের কক্ষের চারটি ইলেকট্রন বর্জন করে C^{4+} আয়নে বা অন্য পরমাণু থেকে ৪টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে C^{4-} আয়নে পরিণত হতে পারে না। সাধারণ অবস্থায় C পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হল $C(6) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ । এতে দুটি বিজোড় ইলেকট্রন আছে। তাই C পরমাণুর যোজ্যতা ২ হওয়ার কথা। কিন্তু যৌগ সৃষ্টির সময় উদ্দীপিত C পরমাণু এর 2s অরবিটাল থেকে একটি ইলেকট্রন খালি $2p_z^0$ অরবিটালে স্থানান্তরিত করে। $C^*(6) \rightarrow 1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ । এ অবস্থায় C পরমাণুর চারটি অরবিটালে চারটি বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় কার্বনের যোজ্যতা চার হয়। তখন কার্বন পরমাণু সমযোজ্যতার দ্বারা অষ্টকপূর্ণ করতে আরও চারটি ইলেকট্রনের দরকার হয়। পরে sp^3 সংকরণ দ্বারা চারটি সমশক্তির সংকর অরবিটাল গঠন করে। তাই সব জৈব যৌগে কার্বন চতুর্থোজী অবস্থায় থাকে। নিম্নে মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), ইথিলিন (C_2H_4), অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) ও মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) এর অণুর গঠন দেখানো হল :

১। মিথেন অণুর গঠন : একটি কার্বন পরমাণু ও চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু মিলে চারটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করার মাধ্যমে চারটি সমযোজী বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে মিথেন অণু গঠন করে। যেমন,

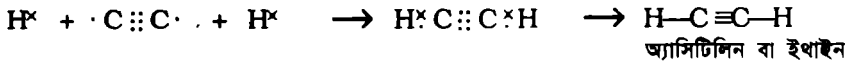
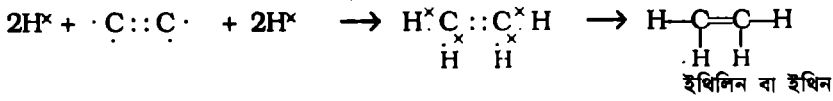


২। ইথেন (C_2H_6) অণুর গঠন : প্রথমে দুটি কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে একটি করে ইলেকট্রন যোগান দিয়ে একটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করার মাধ্যমে একক সমযোজী বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়। পরে প্রত্যেক কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন তিনটি H-পরমাণুর ইলেকট্রনের সাথে তিনটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়। ফলে সাতটি সমযোজী বন্ধন ইথেন অণুতে থাকে।

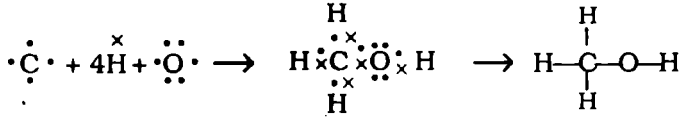


৩। ইথিলিন অণুতে দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বিবন্ধন ও অ্যাসিটিলিন অণুতে ত্রিবন্ধন গঠন : দুটি কার্বন পরমাণু নিজেদের মধ্যে প্রত্যেকে সমান সংখ্যক ইলেকট্রন যোগান দিয়ে দুটি ইলেকট্রন জোড় দ্বারা দ্বিবন্ধন এবং তিনটি ইলেকট্রন জোড় দ্বারা ত্রিবন্ধন গঠন করে পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হতে পারে। পরে কার্বন পরমাণুর

অবশিষ্ট অযুগ্ম বা বিজোড় ইলেকট্রন হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনটির সাথে ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে থাকে। এরূপে ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিন অণুর গঠন নিম্নে দেখানো হল :



৪। মিথাইল অ্যালকোহল অণুর গঠন : একটি কার্বন পরমাণু চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু ও একটি অক্সিজেন পরমাণু প্রত্যেকে নিজের যোজ্যতা ইলেকট্রনের অযুগ্ম ইলেকট্রন সমভাবে যোগান দিয়ে ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি ও শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়। এক্ষেত্রে পাঁচটি সমযোজী বন্ধন থাকে।



মিথাইল অ্যালকোহল বা মিথানল

৪.৫ সমযোজী বন্ধনের প্রকারভেদ ও আধুনিক অরবিটাল মতবাদ

Different types of covalent bonds and modern orbital theory

সমযোজী বন্ধনের আধুনিক অরবিটাল মতবাদ অনুযায়ী দুটি অধাতব পরমাণু পরস্পরের সঙ্গে সংযোগের সময় দুটি পরমাণুর দুটি অরবিটালের মধ্যে যদি এমনভাবে অধিক্রমণ বা অভিলেপন ঘটে, যাতে নতুন অরবিটালটি আংশিকভাবে উভয় পরমাণুর অক্লীভূত হয়, তা হলে পরমাণু দুটির মধ্যবর্তী বন্ধনকে সমযোজী বন্ধন বলে। এভাবে যে অণু উৎপন্ন হয়, সেই অণুর মধ্যে নতুন অরবিটাল গঠনে নিযুক্ত দুটি ইলেকট্রনের ঘূর্ণন (spin) অবশ্যই পরস্পরের বিপরীত দিকে হতে হয়। সুতরাং বলা যায়, পরস্পর বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের এক জোড়া অরবিটালের পরস্পরের মধ্যে অধিক্রমণের ফলে সমযোজী বন্ধন সৃষ্টি হয়। অধিক্রমণের মাত্রা যত বেশি হয় সমযোজী বন্ধনটি তত দৃঢ় হয়। আণবিক অরবিটাল গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় শর্ত নিম্নরূপ :

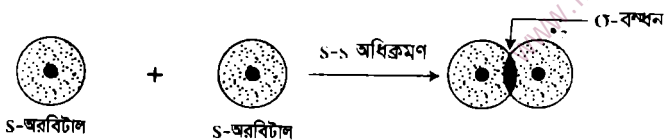
- (১) উভয় পরমাণুর অরবিটাল অবশ্যই অর্ধপূর্ণ হতে হয়। (২) সংযোগকারী উভয় অরবিটালের শক্তি অনুরূপ হতে হয়। (৩) উভয় অরবিটালের কার্যকর অধিক্রমণের জন্য উভয় অরবিটালের সঠিক অক্ষ বরাবর অধিক্রমণ ঘটতে হবে। (৪) বন্ধন অরবিটালের ইলেকট্রনের ঘূর্ণন বিপরীতমুখী হতে হবে।

বিভিন্ন অরবিটালগুলোর অভিমুখ, বৈশিষ্ট্য এবং ওদের অধিক্রমণের রীতি অনুযায়ী জৈব যৌগের মধ্যে দু'রকম সমযোজী বন্ধন সৃষ্টি হয়। যেমন, (১) সিগমা (σ) বন্ধন ও (২) পাই (π) বন্ধন। সমযোজী বন্ধনের বেলায়, দুটি পরমাণু একটি করে ইলেকট্রন যোগান দিয়ে যুগল গঠন ও শেয়ার করে ডুপ্লেট গঠন করে। সিগমা ও পাই বন্ধনেও দুটি পরমাণুর দুটি ইলেকট্রন অরবিটাল মুখোমুখি বা পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা বন্ধনে আবদ্ধ হয়। তাই সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধন মূলত সমযোজী বন্ধন।

১। সিগমা বন্ধন (Sigma bond) : দুটি অধাতব পরমাণুর দুটি ইলেকট্রন অরবিটাল নিজের নিজের অক্ষ বরাবর মুখোমুখি অধিক্রমণের ফলে উৎপন্ন সমযোজী বন্ধনকে সিগমা বন্ধন বলে। তখন ঐ পরমাণু দুটির নিউক্লিয়াসের সংযোগ রেখা এবং অধিক্রমণকৃত অরবিটাল দুটির অক্ষ একই রেখায় থাকে।

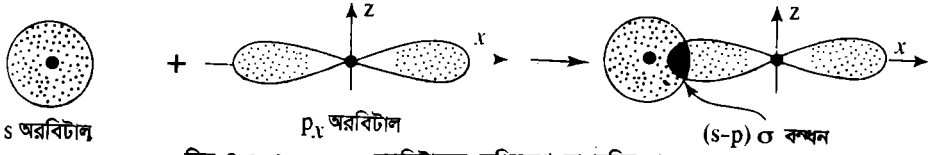
উল্লেখ্য, দুটি s অরবিটাল, অথবা একটি s অরবিটাল ও একটি p অরবিটাল, অথবা দুটি p অরবিটালের নিজ নিজ অক্ষ বরাবর অধিক্রমণের ফলে সিগমা বন্ধনের সৃষ্টি হয়।

(ক) s অরবিটাল সুষম গোলকাকার; তাই s অরবিটাল যে কোন অরবিটালের সঙ্গে অভিলিপ্ত হতে পারে। দুটি s অরবিটালের অধিক্রমণে সব সময় সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। যেমন, দুটি H পরমাণুর দুটি 1s অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপনের ফলে H₂ অণু সৃষ্টি হয়।



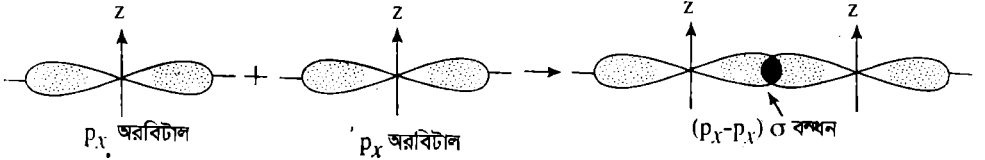
চিত্র ৪.২ : s, s-অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

(খ) একটি s অরবিটাল একটি p অরবিটালের সঙ্গে অভিলিপিত হতে পারে। সংযুক্ত পরমাণু দুটির নিউক্লিয়াস সংযোগকারী সরলরেখার সঙ্গে অভিলিপিত p অরবিটালের অক্ষটি মিশে থাকলে একটি s এবং একটি p অরবিটালের অভিলেপনে সিগমা বন্ধনের সৃষ্টি হয়। যেমন, H পরমাণুর 1s অরবিটাল, Cl পরমাণুর একটি 3p অরবিটালের (যেটিতে একটি বিজোড় ইলেকট্রন আছে) অভিলেপনে HCl অণু গঠন করে।

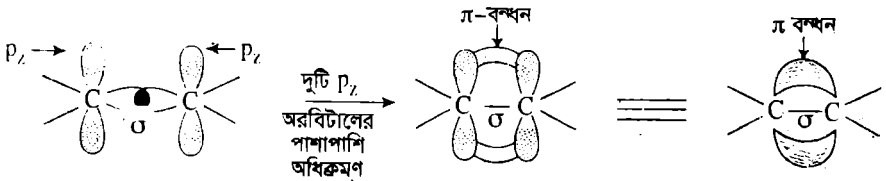


চিত্র ৪:৩ : s, p- অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

(গ) ইলেকট্রনের p অরবিটালের আকার সুষম নয় এবং একটি নির্দিষ্ট দিকে এর ইলেকট্রনের ঘনত্ব বেশি থাকে। তাই দুটি p অরবিটালের মধ্যে মুখোমুখি অভিলেপনের বেলায় অভিলেপনের মাত্রা বেশি হয়, ফলে এরকম অভিলেপনে সৃষ্ট সিগমা বন্ধন অনেক দৃঢ় হয়।

চিত্র ৪:৩ (ক) : p_x-p_x অরবিটাল দুটির মুখোমুখি অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

২। পাই (π) বন্ধন (Pi-bond) : সমযোজী সিগমা (σ) বন্ধনে আবদ্ধ দুটি পরমাণুর দুটি নিউক্লিয়াস যে তলে থাকে, ঐ তলের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত ও সমান্তরাল অক্ষবিশিষ্ট দুটি p অরবিটালের পাশাপাশি আংশিক অভিলেপনের ফলে সৃষ্ট সমযোজী বন্ধনকে পাই (π) বন্ধন বলে। পাই (π) বন্ধনের ইলেকট্রন মেঘ, সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ পরমাণু দুটির নিউক্লিয়াস যে তলে থাকে, সেই তলের ওপরে এবং নিচে ঘনীভূত থাকে। নিম্নের চিত্রে দেখা যায় পরস্পর সমান্তরাল অক্ষবিশিষ্ট দুটি p অরবিটালের পাশাপাশি অভিলেপনের ফলে π -বন্ধন উৎপন্ন হয়েছে। এ ক্ষেত্রে অভিলেপনের ক্ষেত্রটি অনেক কম হয়, তাই π -বন্ধন σ - বন্ধনের চেয়ে কম দৃঢ় হয়।



চিত্র ৪:৪ : দুটি p-অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

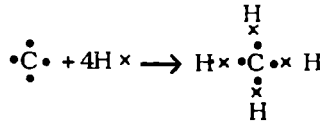
সারণি ৪.২ : সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধনের পার্থক্য

সিগমা (σ) বন্ধন	পাই (π) বন্ধন
১। সিগমা বন্ধন গঠনে অরবিটালদ্বয় একই সরল রেখায় থাকে।	১। পাই বন্ধন গঠনে অরবিটালদ্বয় সমান্তরাল অবস্থায় থাকে।
২। অরবিটাল দ্বারা মুখোমুখি সর্বোচ্চ অভিলেপন বা অধিক্রমণে সৃষ্ট সিগমা বন্ধন দৃঢ় হয়।	২। অরবিটালদ্বয়ের আংশিক পার্শ্ব অভিলেপন বা অধিক্রমণে সৃষ্ট π বন্ধন দুর্বল থাকে।
৩। সকল একক বন্ধন σ বন্ধন দ্বারা গঠিত।	৩। σ বন্ধন সৃষ্টির পর সম্ভব হলে একটি ও দুটি π বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন হয়।
৪। σ বন্ধনযুক্ত পরমাণুদ্বয় তাদের অক্ষ বরাবর ঘুরতে পারে।	৪। π বন্ধন সৃষ্টির ফলে পরমাণুদ্বয় অক্ষ বরাবর ঘুরতে পারে না।
৫। সংকর অরবিটাল ও বিশুদ্ধ অরবিটাল উভয় ক্ষেত্রে σ বন্ধন হতে পারে।	৫। s অরবিটাল ও সংকর অরবিটাল ছাড়া অন্য অরবিটালে π বন্ধন ঘটতে পারে।

৪.৬ পারমাণবিক অরবিটাল সংকরণ ও কার্বনের চতুর্ভোজ্যতা

Hybridisation of orbitals and tetravalent carbon atom

সাধারণ অবস্থায় কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হল $C(6) = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ । কার্বন পরমাণুর 2s উপকক্ষে দুটি ইলেকট্রন বিপরীত স্পিন দ্বারা জোড়বন্ধ অবস্থায় থাকে; কিন্তু $2p_x^1$ এবং $2p_y^1$ অরবিটালে দুটি বিজোড় ইলেকট্রন আছে। এ অবস্থায় C-পরমাণু দ্বিযোজীরূপে ক্রিয়া করে। আবার কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় উত্তপ্ত কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো শক্তি শোষণ করে যখন উদ্দীপিত অবস্থায় আসে; তখন $2s^2$ অরবিটালের দুটি ইলেকট্রনের মধ্যে একটি ইলেকট্রন খালি $2p_z^0$ অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়। এর ফলে কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায় $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ । এই অবস্থায়, কার্বন পরমাণুর 2s এবং 2p উপকক্ষে চারটি বিজোড় ইলেকট্রন হয়ে থাকে; তাই কার্বন চতুর্ভোজী হয়। কার্বন পরমাণুর চারটি বিজোড় ইলেকট্রন চারটি H-পরমাণুর চারটি বিজোড় ইলেকট্রনের সাথে চারটি সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে মিথেন (CH_4) অণু গঠন করে। যেমন,

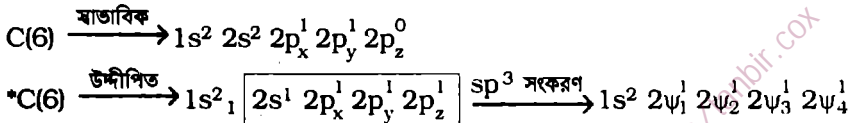


উল্লেখ্য এক্ষেত্রে উদ্দীপিত কার্বন দ্বারা সৃষ্ট মিথেন (CH_4) অণুস্থিত চারটি সমযোজী বন্ধন সমশক্তির হতে পারে না; কারণ এদের একটি বন্ধনে কার্বনের 2s-অরবিটাল ও অপর তিনটি বন্ধনে তিনটি ভিন্ন 2p অরবিটাল জড়িত। কিন্তু পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, মিথেন (CH_4) অণুতে C পরমাণু ও চারটি H পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট চারটি সমযোজী বন্ধন সমশক্তি সম্পন্ন। এর তাত্ত্বিক ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানী পলিং পারমাণবিক অরবিটাল সংকরণ বা হাইব্রিডাইজেশন মতবাদ উপস্থাপন করেন।

৪.৬.১ কার্বনের sp^3 সংকরণ ও মিথেন অণু (CH_4) গঠন

sp^3 Hybridisation of carbon atom and structure of methane

অরবিটাল সংকরণ মতবাদ অনুসারে, বিক্রিয়াকালে কার্বন পরমাণুর সর্ববহিস্থ-শক্তিস্তরের যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলোর মধ্যে $2s^2$ অরবিটালের একটি ইলেকট্রন শক্তি শোষণ করে উদ্দীপিত অবস্থায় বিজোড়ভাবে খালি $2p_z^0$ অরবিটালে স্থান নেয়। অতঃপর প্রায় সমশক্তির চারটি ইলেকট্রন-অরবিটাল ($2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$) পরস্পরের সঙ্গে প্রথমে নিবিড়ভাবে মিশ্রিত এবং শেষে সমভাবে বিভক্ত হয়ে সমশক্তির চারটি সূক্ষ্ম সংকর বা হাইব্রিড অরবিটাল গঠন করে। একে কার্বনের sp^3 -সংকরণ বলে। কার্বন পরমাণুর স্বাভাবিক ও উদ্দীপিত অবস্থায় ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপঃ

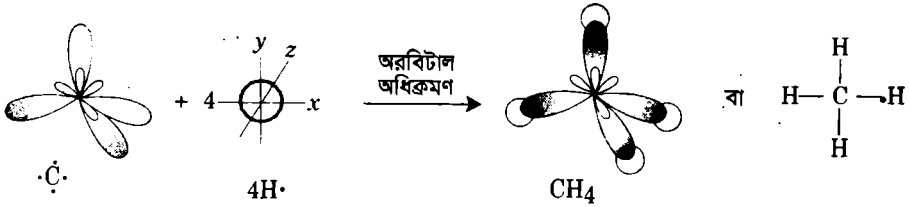
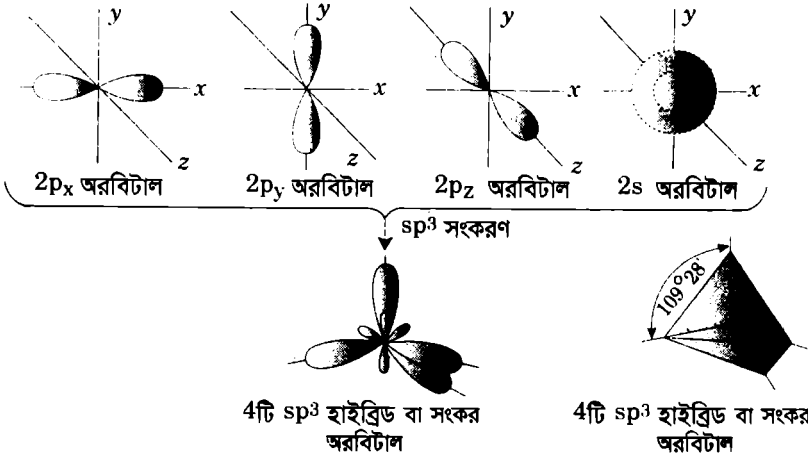


চিত্র ৪.৫ঃ কার্বন পরমাণুর স্বাভাবিক ও উদ্দীপিত অবস্থায় ইলেকট্রন বিন্যাস এবং sp^3 সংকরণ

অর্থাৎ এই চারটি ইলেকট্রনের নতুন করে বিন্যাসের ফলে চারটি নতুন সংকর অরবিটাল sp^3 বা ($2\psi_1 2\psi_2 2\psi_3 2\psi_4$) এর সৃষ্টি হয়! এই সংকর অরবিটালগুলো প্রায় একই রকম এবং পরস্পরের সঙ্গে $109^\circ 28'$ (একশ নয় ডিগ্রি আটশ মিনিট) বা, 109.5° কোণ করে থাকে এবং একটি কাল্পনিক সমচতুস্তলকের চারটি শীর্ষের অভিমুখে প্রসারিত থাকে।

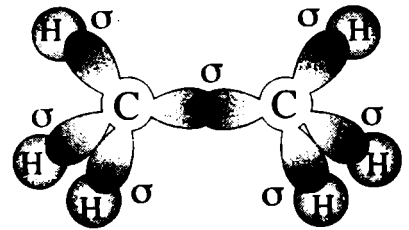
প্রত্যেক sp^3 সংকর অরবিটালের 25% s-চরিত্র ও 75% p-চরিত্র থাকে। চিত্রে অরবিটালের বিভিন্ন রূপ ও তাদের সংকরণ প্রক্রিয়া দেখানো হল।

sp^3 সংকরিত কার্বন পরমাণুর CH_4 অণু গঠন : কার্বন পরমাণুর প্রতিটি sp^3 সংকর অরবিটালে একটি করে বিজোড় ইলেকট্রন থাকে, যা ৪টি H-পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণের মাধ্যমে ৪টি C-H সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। ফলে মিথেন অণু (CH_4) গঠিত হয়। মিথেনের অণুতে বন্ধন কোণ $109^\circ 28'$ এবং প্রত্যেকটি সমযোজী C—H বন্ধন দূরত্ব 0.110 nm ।



চিত্র ৪.৬ : কার্বন পরমাণুর sp^3 সংকরণ দ্বারা চারটি হাইব্রিড অরবিটাল গঠন এবং CH_4 অণু সৃষ্টি।

ইথেন অণুর (H_3C-CH_3) মধ্যে sp^3 সংকরিত দুটি C পরমাণু প্রথমে নিজেদের মধ্যে একটি করে সংকর অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা কার্বন-কার্বন σ বন্ধন গঠন করে। পরে প্রত্যেক C পরমাণুর অবশিষ্ট তিনটি করে সংকর অরবিটাল তিনটি করে H পরমাণুর $1s^1$ ইলেকট্রনের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা ছয়টি C—H সিগমা (σ)-বন্ধন গঠন করে। এক্ষেত্রে C—C বন্ধন দূরত্ব হয় 0.154 nm , C—H বন্ধন দূরত্ব হয় 0.110 nm , বন্ধন কোণ 109.5° ।



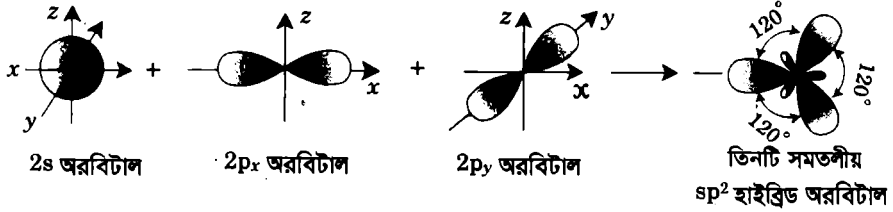
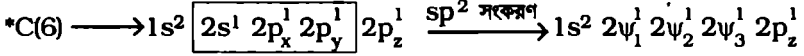
চিত্র ৪.৬.১ : ইথেন অণুর অরবিটাল গঠন

৪.৭ কার্বনের sp^2 সংকরণ ও ইথিন বা ইথিলিন অণুর গঠন

sp^2 -Hybridisation of carbon atoms and structure of ethene

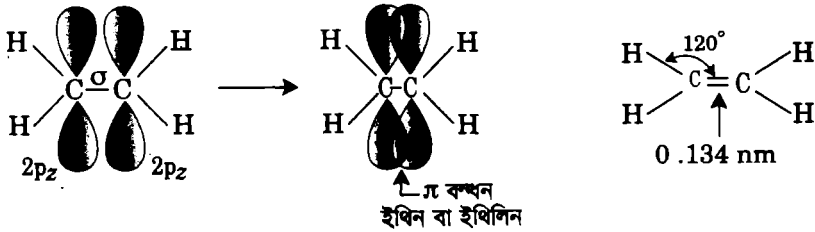
কার্বনের sp^2 সংকরণ : উদ্দীপিত কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হল $*C(6) = 1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ । তখন কার্বন পরমাণুর $2s^1$ অরবিটালের সঙ্গে তিনটি $2p$ অরবিটালের ($2p_x^1, 2p_y^1, 2p_z^1$) যে কোন দুটির মিশ্রণের ফলে সমশক্তির তিনটি sp^2 সংকর অরবিটাল ($2\psi_1, 2\psi_2, 2\psi_3$) এর সৃষ্টি হতে পারে। একে কার্বনের sp^2 সংকরণ বলে। এই অবস্থায় C পরমাণুর একটি $2p$ অরবিটাল অপরিবর্তিত অর্থাৎ বিশুদ্ধ অবস্থায় থেকে যায়।

তখন তিনটি sp^2 সংকর অরবিটাল একই সমতলে থাকে এবং পরস্পরের সঙ্গে 120° কোণ উৎপন্ন করে। প্রত্যেকটি sp^2 সংকর অরবিটালে 33.3% s-চরিত্র ও 66.7% p-চরিত্র থাকে। যেমন,



চিত্র ৪.৭ : কার্বন পরমাণুর sp^2 - সংকরণ দ্বারা তিনটি হাইব্রিড অরবিটাল গঠন।

sp^2 সংকরিত দু'টি কার্বন পরমাণুর ইথিলিন অণু গঠন : sp^2 সংকরিত কার্বন পরমাণুর তিনটি করে সংকর অরবিটাল থাকে। এরূপ দু'টি C-পরমাণুর মধ্যে প্রথমে প্রতিটির একটি সংকর অরবিটাল অপরটির একটি সংকর অরবিটালের অক্ষ বরাবর অধিক্রমণ দ্বারা C-C সিগমা বন্ধন গঠিত হয়। পরে প্রতিটি C-পরমাণুর অবশিষ্ট দু'টি করে মোট চারটি সংকর অরবিটালের প্রতিটির সাথে একটি করে H-পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের অধিক্রমণ দ্বারা চারটি C-H সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। এটিই ইথিলিন অণুর প্রাথমিক কাঠামো। কিন্তু তখন প্রত্যেক কার্বন পরমাণুতে একটি করে বিশুদ্ধ $2p_z^1$ অরবিটাল দুটি C পরমাণুর তলের ওপর ও নিচে লম্বভাবে পরস্পর সমান্তরাল অবস্থায় থাকে। এর



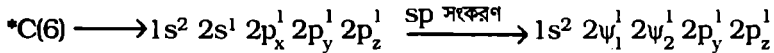
চিত্র ৪.৮ : ইথিন বা ইথিলিন অণুর মধ্যে দুটি $2p_z^1$ অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা পাই (π) বন্ধনের সৃষ্টি।

ফলে $2p_z^1$ অরবিটাল দুটির মধ্যে পাশাপাশি অধিক্রমণ সম্ভব হয়। এভাবে ডাম্বেল আকৃতিবিশিষ্ট দুটি $2p_z^1$ অরবিটালের পাশাপাশি আংশিকভাবে অধিক্রমণ দ্বারা ঐ দুটি C পরমাণুর মধ্যে একটি দুর্বল সমযোজী বন্ধনের সৃষ্টি হয়, একে কার্বন-কার্বন π বন্ধন বলে। সুতরাং ইথিলিন অণুর দুটি C পরমাণুর মধ্যে দুটি সমযোজী বন্ধন থাকে; এদের একটি হল দুটি C পরমাণুর অক্ষ বরাবর, $sp^2 - sp^2$ সিগমা (σ) বন্ধন এবং অপরটি একই অক্ষের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত একটি দুর্বল পাই (π) বন্ধন। একটি সিগমা (σ) বন্ধন ও একটি পাই (π) বন্ধন মিলে একটি কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন সৃষ্টি হয়।

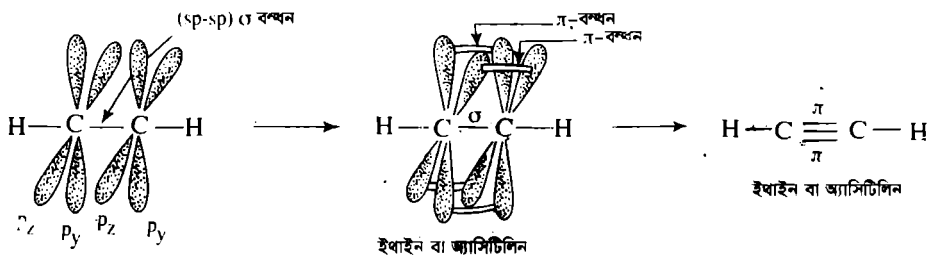
জ্যামিতিক আকৃতির দিক থেকে তিনটি sp^2 অরবিটাল সমতলীয় সুষম ত্রিকোণাকার হয়ে থাকে এবং $\angle H-C-H$ বা, $\angle H-C-C$ সমান 120° এবং $C = C$ দ্বিবন্ধন দূরত্ব 0.134 nm হয়ে থাকে।

৪.৮ কার্বনের sp সংকরণ ও ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর গঠনাকৃতি sp Hybridisation of carbon atoms and structure of ethyne

ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর ($H-C \equiv C-H$) মধ্যে দুটি কার্বন পরমাণু পরস্পর ত্রিবন্ধনে আবদ্ধ থাকে। এই ত্রিবন্ধনের মধ্যে একটি σ বন্ধন ও দুটি π বন্ধন থাকে। এক্ষেত্রে দুটি কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে প্রথমে উদ্দীপিত অবস্থায় একটি $2s$ অরবিটাল ও একটি $2p$ অরবিটাল (যেমন, $2p_x$) মিশ্রিত হয়ে sp সংকরণ দ্বারা দুটি করে সংকর অরবিটাল ($2\psi_1, 2\psi_2$) সৃষ্টি করে। প্রত্যেকটি sp সংকর অরবিটালে 50% s -চরিত্র ও 50% p -চরিত্র থাকে। এই দুটি সংকর অরবিটাল সমতলীয় এবং এক রেখায় অবস্থান করে।



sp সংকরিত দু'টি C -পরমাণুর ইথাইন অণু গঠন : sp সংকরিত C পরমাণুর দু'টি করে সংকর অরবিটাল ($2\psi_1, 2\psi_2$) থাকে। এরূপ দুটি C -পরমাণুর মধ্যে প্রথমে প্রত্যেক C -পরমাণুর একটি সংকর অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা σ বন্ধন উৎপন্ন করে। এছাড়াও ঐ দুটি কার্বন পরমাণু তাদের দ্বিতীয় সংকর অরবিটাল দ্বারা পৃথকভাবে দুটি H পরমাণুর সাথে দুটি σ বন্ধন গঠন করে। কিন্তু অসংকরিত $2p_y^1$ এবং $2p_z^1$ অরবিটাল দুটি অবিকৃত অবস্থায় থাকে। তখন উভয় কার্বন পরমাণুর সমান্তরাল ও অসংকরিত একটি করে দুটি অরবিটালের পাশাপাশি ও আংশিকভাবে অধিক্রমণ দ্বারা দুটি π বন্ধন উৎপন্ন করে। অতএব ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর মধ্যে তিনটি σ বন্ধন (দুটি $C-H$ ও একটি $C-C$ সিগমা বন্ধন) এবং দুই কার্বন পরমাণুর মধ্যে দুটি π বন্ধন অবস্থান করে। π বন্ধনের ইলেকট্রনগুলো এই σ বন্ধনের মূল কাঠামোকে বেষ্টিত করে রাখে।



চিত্র ৪.৯ : sp -সংকরিত দুটি কার্বনের মধ্যে একটি সিগমা ও দুটি পাই (π) বন্ধন দ্বারা ইথাইন অণুর গঠন।

জ্যামিতিক আকৃতির দিক থেকে দুটি sp অরবিটাল সমতলীয় সরলরেখিক এবং $H-C-C$ কোণ 180° এবং $C \equiv C$ ত্রিবন্ধন দূরত্ব হল 0.120 nm ।

দ্রুত্ব্য : কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন দূরত্ব (0.120 nm) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম হয়।

এর কারণ ব্যাখ্যা : কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন গঠনের বেলায়, দুটি C -পরমাণুর প্রত্যেকে sp^2 সংকরণ দ্বারা তিনটি করে সংকর অরবিটাল সৃষ্টি করে। এ সব সংকর অরবিটালে 33.3% s -চরিত্র ও 66.7% p -চরিত্র থাকে। অপরদিকে কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধনের বেলায় দুটি C -পরমাণুর প্রত্যেকে sp সংকরণ দ্বারা দুটি করে সংকর অরবিটাল সৃষ্টি করে। এসব sp সংকর অরবিটালে 50% s -চরিত্র ও 50% p -চরিত্র থাকে। সুতরাং sp^2 সংকরণে সৃষ্ট সংকর অরবিটালের তুলনায় sp সংকরণে সৃষ্ট সংকর অরবিটালে s -অরবিটালের চরিত্র বেশি হওয়ায় তাদের দ্বারা সৃষ্ট ত্রিবন্ধনের কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধনে উভয় কার্বন নিউক্লিয়াস অধিকতর আকৃষ্ট হয়ে দূরত্ব হ্রাস পায়। তাই কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন $C \equiv C$ দূরত্ব (0.120 nm) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন $C = C$ দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম হয়।

৪.৮.১ ইথেন, ইথিন ও ইথাইন অণুর গঠন, বন্ধন কোণ ও বন্ধন দূরত্ব

Geometric structure of C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂ & their bond angle, bond length

ইথেন, ইথিন ও ইথাইন অণু গঠনে প্রত্যেকের বেলায় দুটি করে C পরমাণু যথাক্রমে sp³, sp² ও sp সংকরিত অবস্থায় আছে। প্রতিক্ষেত্রে সৃষ্ট সংকর অরবিটাল সমতুল্য; কিন্তু s ও p অরবিটাল থেকে ভিন্ন। কার্বন পরমাণুর সংকরণের তিনুতার ওপর নির্ভর করে সৃষ্ট সংকর অরবিটালে %s অরবিটাল বৈশিষ্ট্য এবং তাদের দ্বারা সৃষ্ট যৌগের অণুর জ্যামিতিক গঠন, বন্ধন কোণ, বন্ধন দূরত্বে পার্থক্য দেখা যায়। নিচের ৪.২.১ নং সারণিতে তা দেখানো হল।

সারণি-৪.২.১ : ইথেন, ইথিন ও ইথাইন অণুতে C এর সংকরীকরণ ও বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য।

যৌগের নাম	C পরমাণুর সংকরীকরণ	সংকর অরবিটালে % s বৈশিষ্ট্য	যৌগের অণুতে বন্ধন কোণ	বিভিন্ন বন্ধন দূরত্ব (nm)	যৌগের জ্যামিতিক গঠন
ইথেন H ₃ C—CH ₃	sp ³ সংকরণ 4টি সংকর অরবিটাল	25% s-বৈশিষ্ট্য	109.5°	C—C = 0.154 nm C—H = 0.110 nm	চতুষ্তলকীয় উভয় C-পরমাণু σ-বন্ধন বরাবর আবর্তনশীল থাকে।
ইথিন H ₂ C = CH ₂	sp ² সংকরণ 3টি সংকর অরবিটাল	33.3% s-বৈশিষ্ট্য	120°	C = C = 0.134 nm C—H = 0.109 nm	সমতলীয় ট্রাইগোনাল
ইথাইন HC ≡ C—H	sp সংকরণ 2টি সংকর অরবিটাল	50% s-বৈশিষ্ট্য	180°	C ≡ C = 0.120 nm C—H = 0.106 nm	সরলরৈখিক

৪.৯ জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ

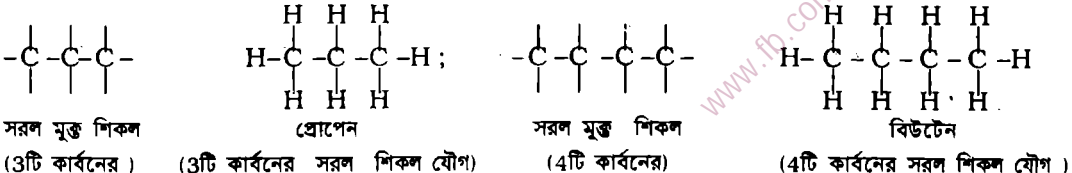
Classification of organic compounds

কার্বন পরমাণুর বিশেষ ধর্ম ক্যাটেনেশনের জন্য বহু সংখ্যক কার্বন পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়ে বিভিন্ন প্রকার কার্বন শিকল গঠন করে এবং অন্য পরমাণুর সাথে শেষে যুক্ত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ সৃষ্টি করে থাকে। তাই কার্বন শিকলের কাঠামোর ওপর ভিত্তি করে জৈব যৌগসমূহকে প্রধান দুটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

১। মুক্ত শিকল জৈব যৌগ (open chain organic compounds)

২। বন্ধ শিকল বা বলয়াকার জৈব যৌগ (closed chain or cyclic organic compounds)

(ক) মুক্ত শিকল জৈব যৌগ : এ সব জৈব যৌগে কার্বন শিকলের দুই প্রান্ত পরস্পর যুক্ত হয় না। এ জাতীয় জৈব যৌগকে অ্যালিফেটিক জৈব যৌগ (aliphatic organic compounds) বলা হয়। যেমন,

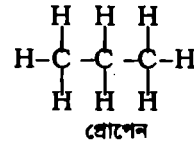
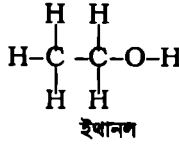
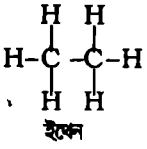


অ্যালিফেটিক যৌগসমূহ কার্বন শিকলের বন্ধন প্রকৃতি অনুসারে আবার দু প্রকার হয়ে থাকে। যেমন,

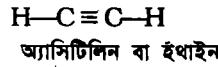
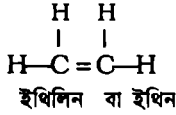
(১) সম্মুক্ত জৈব যৌগ ও (২) অসম্মুক্ত জৈব যৌগ।

(১) **সম্পৃক্ত জৈব যৌগ** : যে সব জৈব যৌগের কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুগুলো কেবল একক সিগ্মা বন্ধন

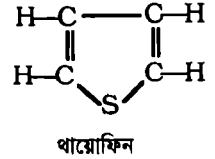
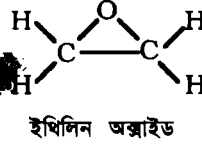
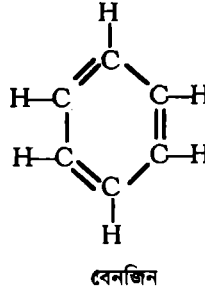
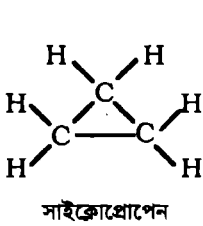
দ্বারা যুক্ত থাকে, তাদেরকে সম্পৃক্ত জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, ইথেন, ইথানল, প্রোপেন ইত্যাদি।



(২) **অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ** : যে সব জৈব যৌগের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণু সমযোজ্যতার সাহায্যে দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে, তাদেরকে অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, ইথিলিন বা ইথিন, অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন ইত্যাদি।



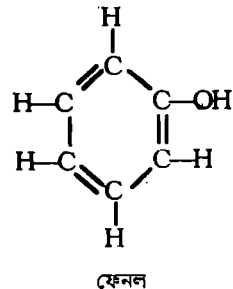
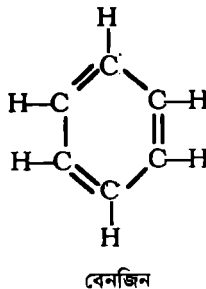
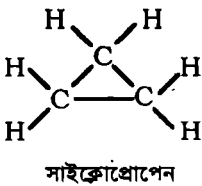
(খ) **বন্ধ্যশিকল জৈব যৌগ** : যে সব জৈব যৌগের অণুতে কার্বন শিকলের দু প্রান্তের কার্বন নিজেদের মধ্যে সরাসরি যুক্ত হয়ে অথবা অপর ভিন্ন বা হেটারো পরমাণু যেমন, N, O, বা S ইত্যাদি পরমাণুর মাধ্যমে যুক্ত হয়ে কার্বন বলয় গঠন করে, সে সব যৌগকে বন্ধ্য শিকল বা বলয়াকার জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, বেনজিন, ইথিলিন অক্সাইড, থায়োফিন ইত্যাদি।



আবার বন্ধ্য শিকল যৌগসমূহকে তাদের বলয় গঠনকারী পরমাণুর প্রকৃতির ওপর ভিত্তি করে নিম্নোক্ত দুই উপশ্রেণীতে ভাগ করা হয়। যেমন,

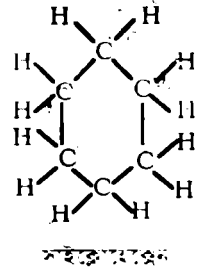
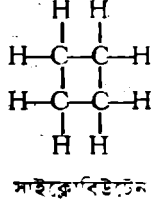
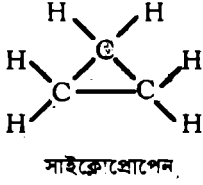
(১) কার্বোসাইক্লিক বা হোমোসাইক্লিক যৌগ ও (২) হেটারোসাইক্লিক যৌগ বা বিধম চাক্রিক যৌগ।

(ক) **কার্বোসাইক্লিক যৌগ** : যে সব জৈব যৌগের কাঠামো বলয়টি কেবল কার্বন পরমাণু দ্বারা গঠিত তাদেরকে কার্বোসাইক্লিক যৌগ বা হোমোসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, বেনজিন, ফেনল ইত্যাদি।

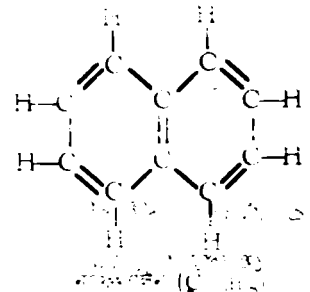
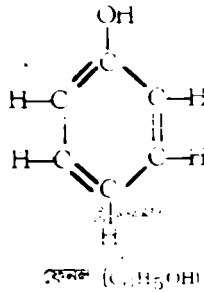
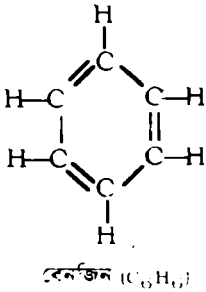


কার্বোসাইক্লিক যৌগসমূহকে আবার ধর্মের ওপর ভিত্তি করে অ্যালিসাইক্লিক ও অ্যারোমেটিক এ দুই উপশ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। যেমন,

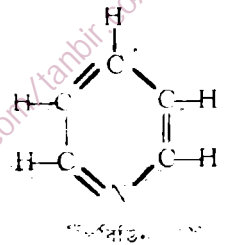
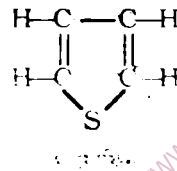
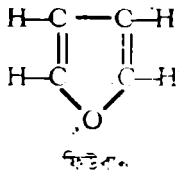
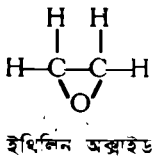
(১) অ্যালিসাইক্লিক যৌগ : যে সব জৈব যৌগ গঠনের দিক থেকে সাইক্লিক বা বলয়াকার কিন্তু ধর্মের দিক থেকে অ্যালিফেটিক বা মুক্ত শিকল যৌগের মত তাদেরকে অ্যালিসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, সাইক্লোবিউটেন, সাইক্লোহেক্সেন ইত্যাদি।



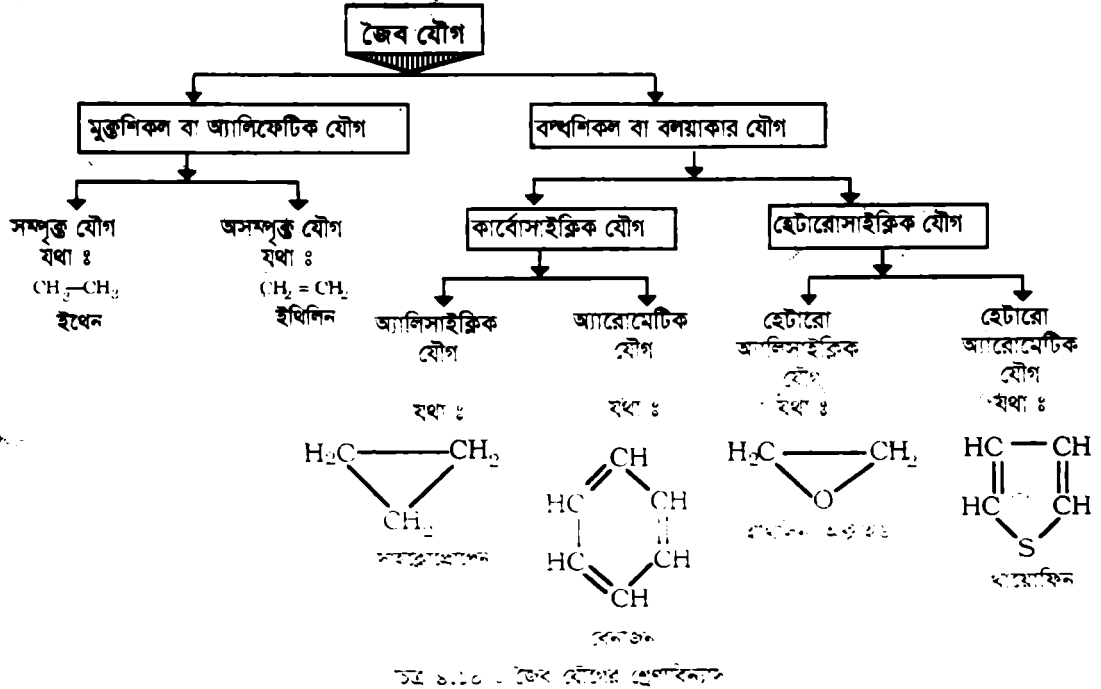
(২) অ্যারোমেটিক যৌগ : বেনজিন, বেনজিন-জাতক ও এক বা একাধিক বেনজিন-বলয় যুক্ত যৌগ বা বেনজিনের ধর্ম সদৃশ যে কোন বলয়াকার যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। যেমন, বেনজিন, ফেনল, ন্যাফথালিন।



(খ) হেটারোসাইক্লিক যৌগ বা বিষম চাক্রিক যৌগ : যে সব বলয়াকার যৌগের বলয় গঠনে কার্বন পরমাণুসহ অপর কোন তিন মৌলের পরমাণু বা হেটারো পরমাণু যেমন, অক্সিজেন (O), সালফার (S), নাইট্রোজেন (N) প্রভৃতির এক বা একাধিক পরমাণু অংশ গ্রহণ করে সে সব যৌগকে হেটারোসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, ইথিলিন অক্সাইড, ফিউরান, থায়োফিন, পিরিডিন ইত্যাদি।



হেটারোসাইক্লিক যৌগকে আবার ধর্মের ওপর ভিত্তি করে কার্বোসাইক্লিক যৌগের মতই হেটারো অ্যালিসাইক্লিক ও হেটারো অ্যারোমেটিক এ দু' উপশ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন, ইথিলিন অক্সাইড হল হেটারো অ্যালিসাইক্লিক যৌগ এবং ফিউরিন, থায়োফিন, পিরিডিন হল হেটারো অ্যারোমেটিক যৌগ।



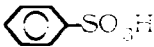
৪.১০ কার্যকরী মূলক (Functional groups)

জৈব যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন উপাদান মৌলের যে পরমাণু বা মূলক উক্ত যৌগের ধর্ম ও বিক্রিয়া নির্ধারণ করে থাকে, ঐ পরমাণু বা মূলককে ঐ যৌগের তথা ঐ যৌগ শ্রেণীর কার্যকরী মূলক বলে। যেমন, মিথাইল অ্যালকোহল (CH₃OH), ইথাইল অ্যালকোহল, (CH₃CH₂OH) এই উভয় অ্যালকোহলের ধর্ম প্রধানত তাদের অণুস্থিত —OH মূলকের ওপর নির্ভরশীল। তাই

- ১: অ্যালকোহলসমূহের কার্যকরী মূলক হল হাইড্রক্সিল মূলক —OH
- ২: অ্যালডিহাইডসমূহের কার্যকরী মূলক হল অ্যালডিহাইড মূলক —CHO
- ৩: কিটোনসমূহের কার্যকরী মূলক হল কিটোনিক মূলক $>C=O$

একই কার্যকরী মূলক যুক্ত ও সমধর্মী জৈব যৌগসমূহকে 'সমগোত্রীয় শ্রেণী' নামে কয়েকটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে। এরূপ কয়েকটি সমগোত্রীয় শ্রেণীর নাম, তাদের সাধারণ সংকেত, তাদের কার্যকরী মূলকের সংকেত, গাঠনিক সংকেত ও মূলকের নাম নিচের সারণিতে দেয়া হল :

সারণি-৪.৩ : বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর সাধারণ সংকেত ও কার্যকরী মূলক।

সমগোত্রীয় যৌগ শ্রেণীর নাম	যৌগ শ্রেণীর সাধারণ সংকেত	কার্যকরী মূলকের সংকেত	কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত	কার্যকরী মূলকের নাম
১। অ্যালকিন :	$RCH=CHR$	$\text{—}\overset{\text{C}}{\text{=}}\overset{\text{C}}{\text{—}}$	$\text{—}\overset{\text{C}}{\text{=}}\overset{\text{C}}{\text{—}}$	কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন।
২। অ্যালকাইন :	$RC\equiv CR$	$\text{—}C\equiv C\text{—}$	$\text{—}C\equiv C\text{—}$	কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন।
৩। অ্যালকাইল হ্যালাইড :	$R-X$	$\text{—}X$	$\text{—}F, \text{—}Cl, \text{—}Br, \text{—}I$	হ্যালাইড মূলক। (ফ্লোরাইড, ক্লোরাইড, ব্রোমাইড, আয়োডাইড)
৪। অ্যালকোহল :	$R-OH$	$\text{—}OH$	$\text{—}O-H$	হাইড্রক্সিল মূলক বা অ্যালকোহলিক মূলক।
* প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল :	$R-CH_2OH$	$\text{—}CH_2OH$	$\begin{array}{c} H \\ | \\ \text{—}C-O-H \\ | \\ H \end{array}$	1° অ্যালকোহলিক মূলক
* সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল :	R_2CHOH	$\begin{array}{c} | \\ \text{—}CHOH \end{array}$	$\begin{array}{c} | \\ \text{—}C-O-H \\ | \\ H \end{array}$	2° অ্যালকোহলিক মূলক
* টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকোহল :	R_3C-OH	$\begin{array}{c} | \\ \text{—}C-OH \end{array}$	$\begin{array}{c} | \\ \text{—}C-O-H \end{array}$	3° অ্যালকোহলিক মূলক
৫। অ্যালডিহাইড :	$R-CHO$	$\text{—}CHO$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}C-H \end{array}$	অ্যালডিহাইড মূলক
৬। কিটোন :	$R-CO-R$	$\text{—}CO\text{—}$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}C\text{—} \end{array}$	কার্বনাইল মূলক বা কিটোনিক মূলক
৭। কার্বক্সিলিক এসিড :	$R-COOH$	$\text{—}COOH$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}C-O-H \end{array}$	কার্বক্সিল মূলক
৮। ইথার :	RCH_2OCH_2R	$\begin{array}{c} | \\ \text{—}C-O-C\text{—} \\ | \end{array}$	$\begin{array}{c} | \\ \text{—}C-O-C\text{—} \\ | \end{array}$	ইথার মূলক
৯। অ্যালকাইল অ্যামিন :	$R-NH_2$	$\text{—}NH_2$	$\begin{array}{c} H \\ | \\ \text{—}N-H \end{array}$	অ্যামিনো মূলক
১০। এসিড অ্যামাইড :	$R-CONH_2$	$\text{—}CONH_2$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}C-N-H \\ | \\ H \end{array}$	অ্যামাইডো মূলক
১১। এসিড ক্লোরাইড	$R-COCl$	$\text{—}COCl$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}C-Cl \end{array}$	এসিড ক্লোরাইড মূলক
১২। এস্টার	$R-CO-OR$	$\text{—}CO-OR$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}C-O-R \end{array}$	এস্টার মূলক
১৩। এসিড অ্যানহাইড্রাইড	$(RCO)_2O$	$\text{—}(CO)_2O$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}C-O-C\text{—} \\ || \\ O \end{array}$	অ্যানহাইড্রাইড মূলক
১৪। অ্যালকাইল সায়নাইড বা অ্যালকেন নাইট্রাইল	$R-CN$	$\text{—}CN$	$\text{—}C\equiv N$	সায়নাইড মূলক বা নাইট্রাইল মূলক
১৫। নাইট্রো যৌগ	$R-NO_2$	$\text{—}NO_2$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}N-O \end{array}$	নাইট্রো মূলক
১৬। সালফোনিক এসিড		$\text{—}SO_3H$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ \text{—}S-OH \end{array}$	সালফোনিক এসিড মূলক

৪.১.১ সমগোত্রীয় শ্রেণী (Homologous series)

জৈব যৌগসমূহকে এদের কার্বন শিকলের গঠন প্রকৃতি ও ধর্মের সাদৃশ্যের ওপর ভিত্তি করে কয়েকটি সমধর্মী যৌগ শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। এই সমধর্মী যৌগ শ্রেণীর অপর নাম সমগোত্রীয় শ্রেণী। জৈব রসায়ন অধ্যয়ন বলতে জৈব যৌগের সমগোত্রীয় শ্রেণীর অধ্যয়নকে বোঝায়।

সংজ্ঞা : একই প্রকার মৌল সমন্বয়ে গঠিত সমধর্মী জৈব যৌগসমূহকে এদের আণবিক ভরের ক্রমবর্ধমান সংখ্যামানে অর্থাৎ অণুস্থিত কার্বন পরমাণুর বৃদ্ধিক্রমে সারিবদ্ধ করে এবং প্রত্যেক পাশাপাশি দুটি যৌগের মধ্যে মিথিলিন ($-CH_2-$) মূলকের পার্থক্য বজায় রেখে যে যৌগ শ্রেণী পাওয়া যায়, তাকে সমগোত্রীয় শ্রেণী বা হোমোলগাস্ সিরিজ বলে।

একই সমগোত্রীয় শ্রেণীর প্রত্যেক সদস্য যৌগকে এক একটি সমগোত্রক বা হোমোলগ (homologue) বলে। প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগসমূহের মধ্যে নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকে :

- ১। এদেরকে একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়। যেমন, $C_nH_{2n+1}OH$ হল অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত। এখানে $n = 1$ হলে মিথানল CH_3OH , $n = 2$ হলে ইথানল C_2H_5OH হয়।
- ২। পাশাপাশি দুই সমগোত্রকের মধ্যে মিথিলিন মূলক ($-CH_2-$) এর পার্থক্য থাকে। যেমন, মিথানল (CH_3OH) ও ইথানল (CH_3CH_2OH) এদের মধ্যে পার্থক্য হল $-CH_2-$ মূলক।
- ৩। প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণীর একটি নির্দিষ্ট কার্যকরীমূলক থাকে। যেমন, $-OH$ হল অ্যালকোহলের কার্যকরীমূলক।
- ৪। এদের কয়েকটি সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি থাকে।
- ৫। এদের মধ্যে রাসায়নিক ধর্মে সাদৃশ্য থাকে; কিন্তু এদের আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে এদের গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, ঘনত্ব প্রভৃতির ক্রম পরিবর্তন ঘটে। যেমন, মিথানল (CH_3OH) এর স্ফুটনাঙ্ক $65^\circ C$, ইথানল (C_2H_5OH) এর স্ফুটনাঙ্ক $78.3^\circ C$ ।

৪.১.২ জৈব যৌগের গুরুত্ব ও জৈব রসায়নের অবদান Importance and contribution of organic compounds

মানব জীবনের প্রাথমিক সমস্যা সমাধানে, যেমন, খাদ্য, বস্ত্র, বাসস্থান, চিকিৎসা ও শিক্ষাক্ষেত্রে এবং যাতায়াত, বিনোদন ও দেশ রক্ষায় তথা সামগ্রিকভাবে আধুনিক ব্যক্তি ও রাষ্ট্রীয় জীবনে জৈব যৌগের গুরুত্ব ও অবদান বিজ্ঞানের যে কোন শাখা অপেক্ষা অধিক। যেমন,

খাদ্য : মানুষের খাদ্য তালিকায় রয়েছে—শর্করা, প্রোটিন, তৈল বা চর্বি, ভিটামিন, লবণ ও পানি। এদের মধ্যে প্রথম চারটি হল জৈব যৌগ; এরা দেহে শক্তি যোগান দেয় এবং দেহের কোষ গঠন করে। উদ্ভিজ্জ প্রোটিন ও প্রাণিজ প্রোটিন হল জৈব যৌগ। উল্লেখ্য জৈব সার ব্যবহার করে খাদ্যশস্যের উৎপাদন বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়েছে। মিষ্টি ও স্বাদবৃদ্ধিকারক, খাদ্য সংরক্ষণকারী পদার্থ ও কৃত্রিম রং ইত্যাদি বিভিন্ন ঋদ্যকে এর মান সংরক্ষণ, সুস্বাদু ও মনোরম করতে সাহায্য করেছে।

বস্ত্র : বস্ত্রের মূল উপাদান সূত উদ্ভিজ্জ কার্পাস তুলা, প্রাণিজ পশম ও রেশম এবং সংশ্লেষিত তন্তু থেকে প্রস্তুত করা হয়। এসব তন্তুর আণবিক গঠনে রয়েছে জৈব যৌগ। সংশ্লেষিত বা কৃত্রিম তন্তু থেকে প্রস্তুত রেয়ন, নাইলন, টেটন, পলি-এস্টার, অরলন ইত্যাদি সূতি বস্ত্রের চেয়ে অধিক টেকসই। আবার বিভিন্ন প্রকার কৃত্রিম জৈব রঞ্জক পদার্থ এসব বস্ত্রকে অধিকতর আকর্ষণীয় ও মনোমুগ্ধকর করেছে।

বাসস্থান : গৃহনির্মাণ সমগ্রীর মধ্যে কাশ, কাচ ইত্যাদি প্রাকৃতিক প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট জৈব যৌগ। এছাড়া জৈব যৌগ থেকে তৈরি প্রস্টিটকের বহুবিধ উপকরণ বাসস্থান, সরঞ্জাম ও অসব বপত্র তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

চিকিৎসা : উদ্ভিজ্জ ভেষজ পদার্থ হল জৈব যৌগ। জীবন রক্ষাকারী বিভিন্ন ওষুধ যেমন, অ্যান্টিবায়োটিক, চেতনানাশক, হরমোন, ভিটামিন, প্রতিষেধক টিকা, ইনজেকশন প্রভৃতি জৈব যৌগ থেকে প্রস্তুত করা হয়। এসব ওষুধ একদিকে যেমন, রোগীকে রোগমুক্ত করেছে, তেমনি মানুষের জীবনকে দীর্ঘায়ু করেছে।

শিক্ষার উপকরণ : শিক্ষার প্রধান উপকরণ কাগজ হল বাঁশ ও কাঠজাত সেলুলোজ এবং সেলুলোজ হল প্রাকৃতিক জৈব পলিমার। এছাড়া কলম ও অন্যান্য শিক্ষাসামগ্রী প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত প্রাস্টিক হল বিভিন্ন জৈব যৌগ।

বিবিধ : যাতায়াতের বাহনের চাকার টায়ার-টিউব, জ্বালানি যেমন, পেট্রোল, ডিজেল, কেরোসিন, অ্যালকোহল হল জৈব যৌগ। বিলাসসামগ্রী যেমন, বিভিন্ন প্রকার কসমেটিক, সুগন্ধি বস্তু, ফিলা, কম্পিউটার, টেলিভিশন প্রস্তুতির উপকরণ হল জৈব যৌগ। দৈনন্দিন ব্যবহৃত সাবান, ডিটারজেন্ট, বিভিন্ন খেলার বস্তু জৈব যৌগ থেকে প্রস্তুত করা হয়।

উল্লেখ্য একবিংশ শতাব্দীর অত্যন্ত সম্ভাবনাময় প্রাণ প্রযুক্তি (biotechnology) ও জিন থেরাপি (gene therapy) জৈব যৌগ DNA ও RNA নামক নিউক্লিক এসিডের ওপর ভিত্তি করে এগিয়ে চলেছে। এ প্রযুক্তি জীব রহস্য উদ্ঘাটনে ও বিভিন্ন রোগের সাথে জিনের সম্পর্ক আবিষ্কারে নাটকীয় ফলাফল বয়ে আনবে এখন তা সুনিশ্চিত। এক কথায় মানবের জীবনে জৈব যৌগ তথা জৈব রসায়নের গুরুত্ব ও অবদান অপরিমিত।

জৈব যৌগের নামকরণ Nomenclature of Organic Compounds

৪.১৩ ভূমিকা (Introduction)

এ অধ্যায়ের ৪.২নং অনুচ্ছেদে জৈব যৌগের সংখ্যা আশি লক্ষেরও বেশি বলা হয়েছে। এত সব জৈব যৌগের পৃথক নাম মনে রাখা অসম্ভব ব্যাপার। তাই জৈব যৌগসমূহের সঠিক ও সহজবোধ্য নামকরণ প্রয়োজন হয়ে পড়ে রসায়নবিদগণ জৈব যৌগের নামকরণে এ যাবৎ নিম্নোক্ত তিনটি পদ্ধতি অনুসরণ করেন। যেমন,

(ক) সাধারণ বা প্রচলিত পদ্ধতি. (খ) উদ্ভূত বা জাত পদ্ধতি. (গ) জেনেভা বা আন্তর্জাতিক বা ইউপ্যাক পদ্ধতি (IUPAC system)। এখানে সাধারণ পদ্ধতি সংক্ষেপে ও জেনেভা পদ্ধতি বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হল।

[IUPAC = International Union of Pure and Applied Chemistry]

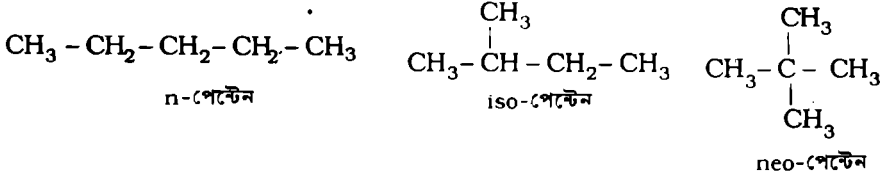
উল্লেখ্য, এ অধ্যায়ে কেবল অ্যালিফেটিক যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি আলোচনা করা হবে। পঞ্চম অধ্যায়ে 'অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন' আলোচনা পূর্বে অ্যারোমেটিক যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি বর্ণনা করা হবে।

৪.১৩.১ অ্যালিফেটিক যৌগের নামকরণ Nomenclature of aliphatic compounds

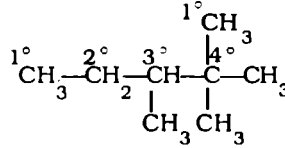
(ক) সাধারণ পদ্ধতি বা প্রচলিত পদ্ধতি (Trivial system) : প্রাথমিক অবস্থায় জৈব যৌগের উৎস, ধর্ম, ব্যবহার অথবা আবিষ্কারকের ইচ্ছানুসারে আবিষ্কৃত যৌগের নামকরণ করা হত। এ পদ্ধতিকে সাধারণ পদ্ধতি বা প্রচলিত গতানুগতিক (Trivial) পদ্ধতি বলা হয়। এ পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণে যথেষ্ট জটিলতা সৃষ্টি হয় এবং ক্রমান্বয়ে এ পদ্ধতি পরিত্যক্ত হতে থাকে। তবে বেশ কিছু যৌগের নাম এ সাধারণ পদ্ধতিতে প্রচলিত আছে। যেমন,

১। সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন (C_nH_{2n+2}) : সাধারণ বা ট্রিভিয়াল পদ্ধতিতে সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বনের ইংরেজি নামের শেষে '-এন' (-ane) যুক্ত করে অ্যালকেন (Alkane) নামকরণ করা হয়। এদের প্রথম চারটি যৌগের নাম এদের সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট অ্যালকোহলের নাম থেকে উদ্ভূত হয়েছে। পঞ্চম থেকে উচ্চতর হাইড্রোকার্বনের বেলায় এদের অগুণ্ঠিত কার্বন পরমাণুর সংখ্যাসূচক গ্রিক শব্দের শেষে 'এন' (ane) যুক্ত করে নামকরণ করা হয়। যেমন, মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8) ও বিউটেন (C_4H_{10}) ইত্যাদি। সরল শিকল যৌগকে নরম্যাল (normal) যৌগ বলে এবং তাদের নামের পূর্বে n -যুক্ত করা হয়। যদি হাইড্রোকার্বনের শিকলের এক প্রান্তে তিনটি কার্বন পরমাণু সমন্বিত $(CH_3)_2CH$ -মূলক যুক্ত শাখা (isomeric) থাকে, তখন ঐ যৌগকে 'আইসো-যৌগ' এবং তাদের নামের পূর্বে **iso** যুক্ত করা হয়।

আর যদি কোন কার্বন শিকলে একটি চতুর্মাত্রিক (* quarternary বা 4°) কার্বন পরমাণু অর্থাৎ চারটি কার্বন পরমাণু যুক্ত কোন কার্বন পরমাণু (neomar) থাকে, তবে ঐ যৌগকে 'নিও-যৌগ' (neo-compound) বলে এবং তাদের নামের পূর্বে **neo** যুক্ত করা হয়। যেমন,



কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুর প্রকার (**kinds of carbon atoms in a chain**) : কোন জৈব যৌগের অণুর কার্বন শিকলে যখন (i) একটি C পরমাণু অপর একটি C পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে, তখন ঐ কার্বনকে প্রাথমিক বা primary বা 1° কার্বন পরমাণু; (ii) অন্য দুটি C পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকলে ঐ C পরমাণুটি মাধ্যমিক বা secondary বা 2° কার্বন; (iii) অন্য তিনটি অথবা চারটি কার্বনের সাথে যুক্ত থাকলে ঐ কার্বনকে যথাক্রমে 'আন্তিক' বা tertiary বা 3° কার্বন এবং চতুর্মাত্রিক বা quarternary বা 4° কার্বন বলা হয়। যেমন,



৪.১৩.২ জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতি

Geneva or IUPAC system

সর্বপ্রথম ১৮৯২ খ্রিস্টাব্দে জেনেভা শহরে আন্তর্জাতিক খ্যাতিসম্পন্ন রসায়নবিদের এক সম্মেলনে জৈব যৌগের নামকরণের যে নিয়ম রচিত হয়, তা জেনেভা পদ্ধতি (Geneva system) বা IUPAC পদ্ধতি নামে পরিচিত [IUPAC উচ্চারণ হল 'You-pack' ইউপ্যাক]। পরবর্তীতে রসায়নবিদদের বিভিন্ন আন্তর্জাতিক সম্মেলনে জেনেভা পদ্ধতির পরিমার্জন ও পরিবর্তন করা হয়। বর্তমানে IUPAC (উচ্চারণ 'ইউপ্যাক') বা জেনেভা পদ্ধতিতে যুক্ত শিকল বা অ্যালিফেটিক জৈব যৌগের নামকরণের সারসংক্ষেপ নিম্নরূপ :

জেনেভা পদ্ধতিতে, জৈব যৌগের নামকরণে প্রধানত তিনটি 'পদ' বা অংশ থাকে। যেমন,

(১) উপপদ (Prefix), (২) শব্দ মূল (Word root) ও (৩) পরপদ (Suffix)- এ তিনটি পদের মধ্যে 'শব্দ মূল' প্রধান, যা নির্ধারিত 'দীর্ঘতম কার্বন-শিকল' এর মোট কার্বন পরমাণুর সংখ্যার ওপর নির্ভরশীল। দীর্ঘতম কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুর সংখ্যানুসারে যৌগের নামের 'শব্দ মূল' নির্ধারিত হয়, তা সারণি-৪.৪ এ দেয়া হল। এ 'শব্দ মূল' পদের শেষে কার্বন শিকলের প্রকৃতি অনুসারে অথবা কার্যকরী মূলকের প্রকৃতি অনুসারে 'পর পদ' যোগ হয়। এরূপে 'মূল জৈব যৌগের' নামকরণ স্থিরীকৃত হয়। তারপর মূল জৈব যৌগের কার্বন শিকলের H পরমাণু অন্য কোন মূলক বা পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে তাকে 'উপপদ' হিসেবে মূল জৈব যৌগের নামের পূর্বে কার্বন শিকলে তার অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাসহ যোগ করা হয়।

১। হাইড্রোকার্বনের অণুতে কেবল সিগমা বন্ধন (C-C) থাকলে যৌগটিকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন ধরা হয়। এর নামকরণে 'শব্দ মূল' এর সাথে 'এন' (ane) বসে। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকেন (Alkane) বলে। এর সংকেত $(C_n H_{2n+2})$ এবং তাকে মূল যৌগ শ্রেণী ধরা হয়।

অ্যালকেন থেকে একটি H পরমাণু সরালে যে একযোজী মূলক পাওয়া যায়, তাকে অ্যালকাইল (Alkyl) মূলক বলে। এ মূলক 'পূর্ব-পদ' রূপে মূল যৌগের নামকরণে বসে

সারণি-৪.৪ : কার্বন শিকলের পরমাণুর সংখ্যানুসারে জৈব যৌগের নামের 'শব্দ মূল',

অ্যালকেনের নাম ও সংকেত এবং অ্যালকাইল মূলকের নাম ও সংকেত

শিকলে C-পরমাণু	যৌগের 'শব্দ মূল'	অ্যালকেন (C _n H _{2n+2}) এর সংকেত ও নাম	অ্যালকাইল মূলক (উপ-পদ)
C ₁	মিথ (Meth)	CH ₄ মিথেন Methane	মিথাইল -CH ₃
C ₂	ইথ (Eth)	CH ₃ -CH ₃ ইথেন Ethane	ইথাইল CH ₃ -CH ₂ -
C ₃	প্রোপ (Prop)	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃ প্রোপেন Propane	প্রোপাইল CH ₃ -CH ₂ CH ₂ -
C ₄	বিউট (But)	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CH ₃ বিউটেন Butane	বিউটাইল CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ -
C ₅	পেন্ট (Pent)	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃ পেন্টেন Pentane	পেন্টাইল CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ -
C ₆	হেক্স (Hex)	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃ হেক্সেন Hexane	হেক্সাইল CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ -
C ₇	হেপ্ট (Hept)	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃ হেপ্টেন Heptane	হেপ্টাইল CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₂ -
C ₈	অক্ট (Oct)	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃ অক্টেন Octane	অক্টাইল CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₂ -
C ₉	নন (Non)	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃ ননেন Nonane	ননাইল CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₂ -
C ₁₀	ডেক (Dec)	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃ ডেকেন Decane	ডেকাইল CH ₂ (CH ₂) ₈ CH ₂ -
C ₁₁	উনডেক (Undec)	CH ₃ -(CH ₂) ₉ -CH ₃ উনডেকেন Undecane	উনডেকাইল CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₂ -
C ₁₂	ডোডেক (Dodec)	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -CH ₃ ডোডেকেন Dodecane	ডোডেকাইল CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₂ -

২। মুক্ত শিকল জৈব যৌগে দীর্ঘতম কার্বন শিকলের C পরমাণুর সংখ্যার 'শব্দ মূল' (word root) অনুসারে অ্যালকেন (Alkane) রূপে গণ্য করা হয়। পরে ঐ সংশ্লিষ্ট যৌগে উপস্থিত কার্যকরী মূলক অনুসারে যৌগের নামের 'পর পদ' (suffix) যোগ করে অ্যালকেনের জাতকরূপে সংশ্লিষ্ট যৌগের নামকরণ করা হয়। সারণি ৪.৫-এ বিভিন্ন কার্যকরী মূলকভিত্তিক যৌগের নামের 'পর পদ' অ্যালকেনের জাতকরূপে গণ্য যৌগশ্রেণীর সাধারণ নাম এবং নামকরণে পরিবর্তনের নিয়ম দেখান হল।

সারণি ৪.৫ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক অ্যালকেনের জাতকরূপে যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি

উপস্থিত কার্যকরী মূলক	যৌগের নামের 'পর-পদ'	যৌগ শ্রেণীর সাধারণ নাম	অ্যালকেনের জাতকরূপে নামকরণে পরিবর্তন	উদাহরণ
১। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C = C)	ইন (- ene)	অ্যালকিন (Alkene)	Alkane - ane + ene = Alkene	H ₂ C = CH ₂ ইথিন
২। কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন (C≡C)	আইন (- yne)	অ্যালকাইন (Alkyne)	Alkane - ane + yne = Alkyne	HC≡CH ইথাইন
৩। অ্যালকোহল মূলক (- OH)	অল (- ol)	অ্যালকানল (Alkanol)	Alkane - e + ol = Alkanol	CH ₃ CH ₂ OH ইথানল
৪। অ্যালডিহাইড মূলক (- CHO)	আল (- al)	অ্যালকানাল (Alkanal)	Alkane - e + al = Alkanal	CH ₃ -CHO ইথান্যাল
৫। কিটোন মূলক (- CO-)	ওন (- one)	অ্যালকানোন (Alkanone)	Alkane - e + one = Alkanone	CH ₃ COCH ₃ প্রোপানোন
৬। কার্বক্সিলিক মূলক(- COOH)	ওয়েক এসিড (- oic acid)	অ্যালকানোয়েক এসিড (Alkanone acid)	Alkane - e + oic acid = Alkanone acid	CH ₃ COOH ইথানোয়েক এসিড

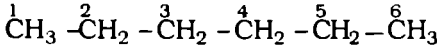
সারণি ৪.৪ ও সারণি ৪.৫ অনুসারে মুক্ত শিকল জৈব যৌগের নামকরণ প্রক্রিয়া উদাহরণসহ নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল।

(ক) সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নামকরণ

হাইড্রোজেন ও কার্বনের দিমৌল যৌগকে হাইড্রোকার্বন এবং যদি এদের কার্বন শিকলে কেবল একক সিগমা

(σ) বন্ধন থাকে, তখন এদেরকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলা হয়। এদের নামকরণ নিম্নরূপ :

১। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে জেনেভা পদ্ধতিতে অ্যালকেন (Alkane) বলে। এ শ্রেণীর (C_nH_{2n+2}) প্রথম চার সদস্যের জন্য সাধারণ বা ট্রিভিয়াল নাম বহাল আছে এবং পঞ্চম সদস্য হতে এ জেনেভা পদ্ধতিতে নামকরণ হয়েছে। এ পদ্ধতিতে যৌগের কার্বন কাঠামোর দীর্ঘতম কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুর সংখ্যাকে গ্রিক সংখ্যাবাচক শব্দ দ্বারা লিখে ঐ সংখ্যাবাচক শব্দের শেষে ‘-এন’ (-ane) বিভক্তি যোগ করে নামকরণ হয়। যেমন,



এ হাইড্রোকার্বনের নাম হেক্সেন, কারণ ৬টি কার্বন এই যৌগের কার্বন শিকলে আছে। গ্রিক ভাষায় ছয় শব্দের নাম ‘Hex’; সুতরাং Hex + ane = Hexane. (হেক্সেন)।

২। শাখাযুক্ত অ্যালকেনের বেলায়, সম্ভাব্য কার্বন-শিকলগুলোর মধ্য থেকে দীর্ঘতম কার্বন-শিকল ঠিক করে শিকলটির বাম ও ডান উভয় দিক থেকে শেষ প্রান্ত পর্যন্ত 1, 2, 3, 4, ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা শিকলের কার্বন পরমাণুগুলোকে চিহ্নিত করা হয়। পরে একাধিক পার্শ্বশিকলের অবস্থান-নির্দেশক সংখ্যার যোগফল ডান বা বাম যে দিক থেকে ক্ষুদ্রতর হয়, সে দিকের সংখ্যাই পার্শ্বশিকল বা মূলকের নামের পূর্বে লেখা হয়।

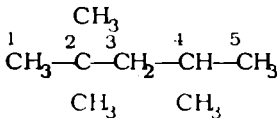
৩। যখন সমসংখ্যক C পরমাণু যুক্ত দুটি দীর্ঘতম কার্বন-শিকল সম্ভব হয়, তখন অধিক শাখা বা মূলকযুক্ত কার্বন-শিকলকে মূল যৌগের জন্য বিবেচনা করা হয়।

৪। একাধিক একই মূলক পার্শ্বশিকলরূপে থাকলে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাকে ‘কমা’ চিহ্ন দ্বারা লিখে পরে ডাই-টাই, টেট্রা ইত্যাদি উপসর্গ ঐ মূলকের নামের পূর্বে লেখা হয়।

৫। মূল কার্বন শিকলের সঙ্গে যুক্ত পার্শ্বশিকলে চারের অধিক C পরমাণুর জটিল মূলক থাকলে, এটাকে পৃথকভাবে সংখ্যাযুক্ত করে বন্ধনীর মধ্যে এর নাম পূর্বোক্ত নিয়মে লিখে মূল যৌগের নামের পূর্বে লেখা হয়।

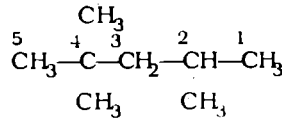
৬। পার্শ্ব শিকলের-তিন্ন তিন্ন মূলকগুলোকে এদের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষরকে বর্ণ ক্রমানুসারে ধরে মূল অ্যালকেনের নামের পূর্বে স্ব-স্ব অবস্থানের সংখ্যা ও হাইফেন (-) সহ লেখা হয়।

উদাহরণ



বামদিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

2.2.4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন (শুষ্ক নামকরণ)



ডান দিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

2.4.4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন (ভুল নামকরণ)

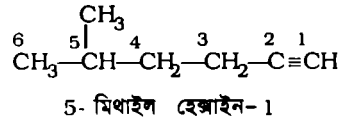
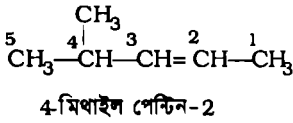
বামদিক থেকে নম্বর করা নামকরণ সঠিক এবং ডানদিক থেকে নম্বর করা নামকরণ ভুল; কারণ CH₃-মূলকের জন্য বামদিক থেকে C পরমাণুগুলোর ওপর দেওয়া নম্বরের যোগফল হল 2 + 2 + 4 = 8 কিন্তু ডানদিক থেকে দেওয়া নম্বরের যোগফল হল 2 + 4 + 4 = 10 ওপরের ১ নং নিয়ম মতে ক্ষুদ্রতর যোগফলের দিক গ্রহণ করতে হবে।

(খ) অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নামকরণ

যে সব হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে এক বা একাধিক দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকে, এদেরকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। এদের নামকরণ নিম্নরূপ :

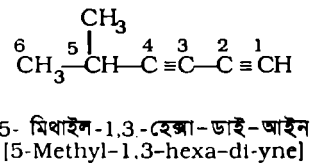
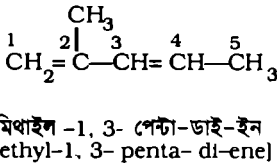
৭। কার্বন-কার্বন একক দ্বিবন্ধন বা একক ত্রিবন্ধন যুক্ত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে যথাক্রমে অ্যালকিন (Alkene) ও অ্যালকাইন (Alkyne) বলে। দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন সংবলিত সম্ভাব্য কার্বন শিকলগুলোর মধ্য থেকে দীর্ঘতম কার্বন শিকল ঠিক করে পূর্বেক্ত অ্যালকেনের মতই বাম ও ডান উভয় দিক থেকে শিকলের C-পরমাণুকে 1, 2, 3, 4, ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। শেষে কার্বন শিকলে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধনের অবস্থান বাম বা ডান দিক থেকে ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় স্থির করা হয়। এরপর পূর্বেক্ত নিয়ম মতে পার্শ্বশিকল বা মূলকগুলোর অবস্থান নির্ণয় করে নামকরণ করা হয়।

উদাহরণ :

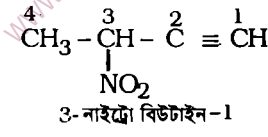
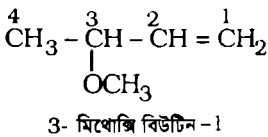
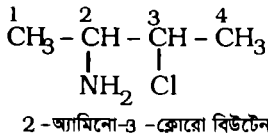


৮। হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে দু'টি বা তিনটি দ্বিবন্ধন থাকলে এদেরকে যথাক্রমে অ্যালকা-ডাই-ইন (Alka-di-ene) ও অ্যালকা-ট্রাই-ইন (Alka-tri-ene) বলে। তদ্রূপ দুটি বা তিনটি ত্রিবন্ধন কার্বন শিকলে থাকলে এদেরকে যথাক্রমে অ্যালকা-ডাই-আইন (Alka-di-yne) ও অ্যালকা-ট্রাই- আইন বলে। কিন্তু একই কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন থাকলে প্রথমে অ্যালকিনরূপে বিবেচনা ও সংখ্যায়িত করে এরপর (Alkene) এর 'e' স্থলে 'yne' বসিয়ে [Alkene - e + yne = Alkenyne] দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের অবস্থান উল্লেখ করে যৌগের নামকরণ করতে হয়।

উদাহরণ :



৯। কার্বন শিকলে -NH₂, -OCH₃, F, Cl, Br, I, -NO₂ ইত্যাদি পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে তাদেরকে প্রতিস্থাপক মূলকরূপে গণ্য করা হয়। তখন পূর্বেক্ত মূলকসমূহকে যথাক্রমে অ্যামিনো, মিথোক্সি, ফ্লোরো, ক্লোরো, ব্রোমো, আয়োডো, নাইট্রো নামে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যেমন,

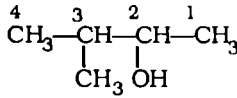


(গ) কার্যকরী মূলক যুক্ত যৌগ অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণ

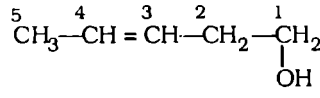
১০। জৈবযৌগের কার্বন শিকলে $-\text{OH}$ মূলক যুক্ত থাকলে জেনেভা পদ্ধতিতে এদেরকে অ্যালকানল (Alkanol) বলে। দীর্ঘতম কার্বন শিকলকে অ্যালকেন (Alkane) কল্পনা করে এর নামের শেষে 'e' এর স্থলে 'ol' যোগ করা হয়। [Alkane- e + ol = Alkanol]। অ্যালকানল এর নামকরণে $-\text{OH}$ এর অবস্থান সম্ভাব্য ক্ষুদ্রতর বা ক্ষুদ্রতম সংখ্যা স্থির করে এরপর পার্শ্বশিকলের অবস্থান স্থির করা হয়।

১১। অ্যালকোহলের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন থাকলে পৈতৃক যৌগ অ্যালকিন (Alkene) ধরে ইংরেজি নামের 'e' এর স্থলে $-\text{ol}$ যোগ করে অ্যালকিনল (Alkenol) নাম রাখা হয়। কিন্তু সংখ্যায়িত করার সময় কার্যকরী মূলক $-\text{OH}$ এর অবস্থানকে প্রথমে বিবেচনা করা হয়।

উদাহরণ :



3- মিথাইল বিউটানল-2

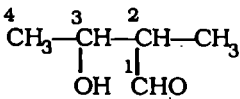


3-পেন্টিন-1-অল
(3-Penten-1-ol)

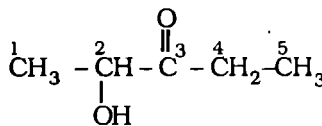
১২। অ্যালডিহাইড, ($-\text{CHO}$), কিটোন ($-\text{CO}-$) ও কার্বক্সিলিক এসিড ($-\text{COOH}$) যৌগের বেলায় কার্যকরী মূলকের কার্বন পরমাণু কার্বন শিকলের অন্তর্ভুক্ত হয়। অ্যালডিহাইড ও এসিডের বেলায় এরা শিকলের একপ্রান্তে থাকে বলে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যা (1) কে নামকরণে উল্লেখ করতে হয় না। কিন্তু কিটোন মূলকের অবস্থান সংখ্যা উল্লেখ করতে হয়। কারণ এর অবস্থান কার্বন শিকলে ভিন্ন ভিন্ন স্থানে হতে পারে। নামকরণের জন্য অ্যালডিহাইড ($-\text{CHO}$) মূলকসহ সম্পৃক্ত দীর্ঘতম শিকলকে অ্যালকান্যাল (Alkane - e + al = Alkanal) ধরা হয়। কিটোন ($-\text{CO}-$) মূলকসহ দীর্ঘতম শিকলকে অ্যালকানোন (Alkane - e + one = Alkanone) এবং মনোকার্বক্সিলিক এসিডের বেলায় $-\text{COOH}$ মূলকসহ সম্পৃক্ত দীর্ঘতম শিকলকে অ্যালকানোয়িক এসিড (Alkane - e + oic acid = Alkanoic acid) বলা হয়।

১৩। অ্যালডিহাইড, কিটোন ও এসিডের বেলায় Cl, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{O}-\text{R}$, $-\text{NO}_2$ ইত্যাদি মূলক কার্বন শিকলে থাকলে, এদেরকে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

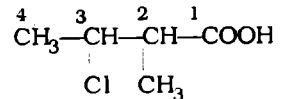
উদাহরণ :



3-হাইড্রক্সি-2-মিথাইল
বিউটান্যাল



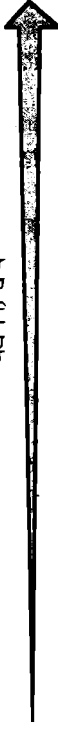
2-হাইড্রক্সি-3-পেন্টানোন



3-ক্লোরো-2-মিথাইল বিউটানোয়িক
এসিড

১৪। কার্বন শিকলে একাধিক কার্যকরীমূলক থাকলে নিচের বিভিন্ন মূলকের অগ্রগণ্য সারণিতে ক্রমিক সংখ্যা মতে কার্যকরী মূলকের মূল যৌগ নিরূপণ করে অপর মূলককে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে ধরা হয়। যেমন,

সারণি ৪.৬ : কার্যকরী মূলকসমূহের অগ্রগণ্য ক্রম

অগ্রগণ্য নির্দেশক তীর চিহ্ন	সমগোত্রীয় শ্রেণীর নাম	কার্যকরী মূলক	Prefix, নামের পূর্ব পদ	Suffix, নামের পর পদ
 অগ্রগণ্য ক্রম	* ১। কার্বক্সিলিক এসিড	-COOH	-	- ওয়িক এসিড
	২। সালফোনিক এসিড	-SO ₃ H	-	- সালফোনিক এসিড
	৩। এসিড হ্যালাইড	-COX	-	- ওয়িক হ্যালাইড
	৪। এসিড অ্যামাইড	-CONH ₂	অ্যামিডো	- অ্যামাইড
	৫। নাইট্রাইল বা সায়ানাইড	-CN -CHO	সায়ানো অ্যালকানোয়িল	- নাইট্রাইল - অ্যাল
	* ৬। অ্যালডিহাইড	-CO-	অল্ডো	- ওল
	* ৭। কিটোন	-OH	হাইড্রক্সি	- অল
	* ৮। অ্যালকোহল	-SH	মারক্যাপটো	- থায়োল
	৯। থায়োল	-NH ₂	অ্যামিনো	- অ্যামিন
	১০। অ্যামিন	$\begin{array}{c} \text{C}=\text{C} \\ | \quad | \end{array}$	-	- ইন
	* ১১। অ্যালকিন	$\text{C}\equiv\text{C}$	-	- আইন
	* ১২। অ্যালকাইন	$\begin{array}{c} \text{C} \quad \text{C} \\ | \quad | \end{array}$	-	- এন
	১৩। অ্যালকেন	-OR	অ্যালকোক্সি	-
	১৪। ইথার	-F, Cl, -Br, -I	ফ্লোরো, ক্লোরো, ব্রোমো, আয়োডো	-
	১৫। হ্যালাইডস	-NO ₂	নাইট্রো	-
	১৬। নাইট্রো যৌগ	-R	অ্যালকাইল	-
	১৭। অ্যালকাইল মূলক			

। দ্রষ্টব্য : ১। গ্রুপ -OR, F-, Cl-, Br-, I-, -NO₂, -R ইত্যাদিকে প্রতিস্থাপক মূলকরূপে গণ্য করা হয়। তাই তাদের নামের কোন Suffix বা 'পরপদ' নেই।]

২। ওপরের তালিকায় তারকা (*) চিহ্নিত কার্যকরী মূলকসমূহের ক্রম মনে রাখলে সাধারণ শিক্ষার্থীর জন্য মোটামুটিভাবে নামকরণ করার কাজ সহজ হবে।

জৈব বিক্রিয়া ও বিক্রিয়ার কয়েকটি দিক

৪.১৪ জৈব বিক্রিয়া ও প্রকারভেদ
Organic reactions and their types

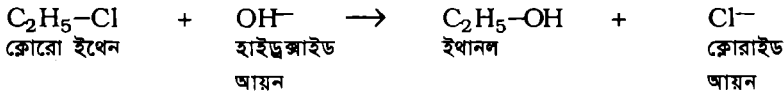
অজৈব যৌগসমূহ যেমন, অম্ল, ক্ষারক, লবণ ইত্যাদি আয়নিক ও মেরুক যৌগ হওয়ায় এদের বিক্রিয়া প্রধানত আয়ন-সৃষ্টির মাধ্যমে ঘটে। কিন্তু জৈব যৌগসমূহ প্রধানত সমযোজী ও অমেরুক (non-polar) হওয়ায় এদের মধ্যে বিক্রিয়া মূলত আণবিক প্রকৃতির হয়ে থাকে। জৈব বিক্রিয়ায় জৈব অণুর কোন কার্বন-পরমাণুর সঙ্গে অপর কোন কার্বন-পরমাণুর বা অন্য পরমাণুর মধ্যবর্তী সমযোজী বন্ধন ভেঙে নতুনভাবে সমযোজী বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে বিক্রিয়া-অবস্থার উপযোগী স্থায়ী অণু সৃষ্টি হয়। জৈব বিক্রিয়া জৈব যৌগের অণুস্থিত 'কার্যকরী মূলক' দ্বারা প্রধানত নিয়ন্ত্রিত হয়। জৈব অণুস্থিত বিভিন্ন কার্যকরী মূলকের সংঘর্ষের ফলে বিক্রিয়া ঘটে।

কিন্তু একই কার্যকরী মূলক যুক্ত নিম্নোক্ত যৌগের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পার্থক্য প্রকাশ পায়। যেমন,

অ্যালকাইল মূলকের সঙ্গে যুক্ত $-OH$ মূলক অল্পধর্ম প্রকাশ করে না; কিন্তু বেনজিন বলয়ে যুক্ত $-OH$ মূলক অল্প ধর্ম প্রকাশ করে। এতে প্রমাণিত হয়, জৈব যৌগের রাসায়নিক বিক্রিয়া শুধুমাত্র কার্যকরী মূলকের ওপর নির্ভর করে না। কার্যকরী মূলক ছাড়াও আরো কিছু 'নিয়ামক' (factor) যেমন, (১) কার্বন শিকলে বিভিন্ন সমযোজী বন্ধন অর্থাৎ সিগমা (σ) বন্ধন ও পাই (π) বন্ধনের উপস্থিতি, (২) আক্রমণকারী বিকারকের প্রকৃতি, (৩) বিক্রিয়ার পরিবেশ-অম্লীয়, ক্ষারীয় ও নিরপেক্ষ মাধ্যম প্রভৃতি রাসায়নিক বিক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রিত করে থাকে। জৈব বিক্রিয়াসমূহকে চার শ্রেণীতে মোটামুটিভাবে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

১। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution reaction) : যে বিক্রিয়ায় জৈব অণুস্থিত কোন একটি পরমাণু বা মূলককে অপর কোন অধিক সক্রিয় পরমাণু বা মূলক সরিয়ে দিয়ে ঐ স্থানে নিজে যুক্ত হয়ে নতুন যৌগ গঠন করে, তাকে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বলে।

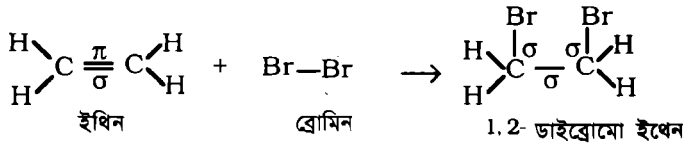
উদাহরণ : ক্লোরো ইথেনের সাথে জলীয় ক্ষার দ্রবণের বিক্রিয়ায় ইথানল উৎপন্ন হয়। এটি হল একটি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। যেমন,



এখানে ক্লোরো ইথেন থেকে $-OH$ মূলক দ্বারা ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) প্রতিস্থাপিত হয়েছে। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সাধারণত সিগমা (σ) বন্ধন যুক্ত জৈব যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া।

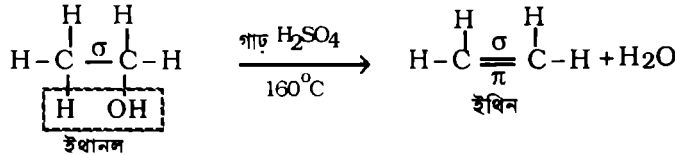
২। যুত বিক্রিয়া বা সংযোজন বিক্রিয়া (Addition reaction) : যে বিক্রিয়ায় দুটি ভিন্ন অণু যুক্ত হয়ে একটি নতুন জৈব অণু গঠন করে, তাকে যুত বিক্রিয়া বা সংযোজন বিক্রিয়া বলে। সাধারণত পাই (π) বন্ধন যুক্ত জৈব যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া হল যুত বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ায় একটি π বন্ধন ভেঙে দুটি σ বন্ধন গঠিত হয়।

উদাহরণ : ইথিন ও ব্রোমিনের যুত বিক্রিয়ায় 1, 2- ডাইব্রোমো ইথেন উৎপন্ন হয়। যেমন,



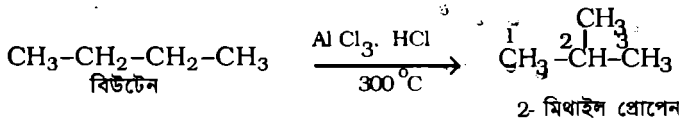
৩। অপসারণ বিক্রিয়া (Elimination reaction) : যে বিক্রিয়ায় যৌগের অণুস্থিত পাশাপাশি দুটি কার্বন পরমাণু থেকে দুটি বা চারটি পরমাণু বা মূলক স্থানচ্যুত হয়ে কার্বন-কার্বন পাই (π) বন্ধনের সৃষ্টি হয়, তাকে অপসারণ বিক্রিয়া বলে। অপসারণ বিক্রিয়া যুত বিক্রিয়ার ঠিক বিপরীত।

উদাহরণ : গাঢ় H_2SO_4 (নিরুদক) এর প্রভাবে 160°C তাপমাত্রায় ইথানল থেকে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে অসম্পৃক্ত যৌগ ইথিন উৎপন্ন হয়। যেমন,

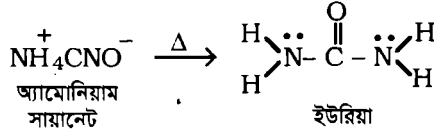


৪। পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণ (Rearrangement or isomerization) : যে বিক্রিয়ায় কোন যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু বা মূলক পরস্পরের মধ্যে পুনর্বিন্যাস্ত হয়ে নতুন গাঠনিক সংকেত বিশিষ্ট নতুন যৌগ উৎপন্ন করে, তাকে পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণ বলা হয়। এক্ষেত্রে উভয় যৌগের আণবিক সংকেত একই হয়।

উদাহরণ-১। অনার্দ্র AlCl_3 ও HCl গ্যাস মিশ্রণের প্রভাবে 300°C তাপমাত্রায় বিউটেন অণুর পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণের ফলে 2-মিথাইল প্রোপেন উৎপন্ন হয়। যেমন,



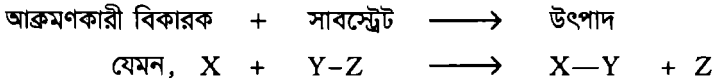
উদাহরণ-২। অ্যামোনিয়াম সায়ানেটকে উত্তপ্ত করলে এতে পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস ঘটে। ফলে ইউরিয়া উৎপন্ন হয়। যেমন,



এসব জৈব বিক্রিয়ার প্রকারভেদ বোঝার জন্য জৈব বিক্রিয়ার কৌশল জানা দরকার। জৈব বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম নিয়ে আলোচনা করা হল।

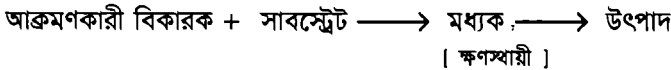
৪.১৫ জৈব ‘বিক্রিয়ার কৌশল’ ও বিক্রিয়া সংশ্লিষ্ট কয়েকটি ‘পদ’ Mechanism of organic reactions and some terms related to mechanism

জৈব বিক্রিয়ার মূল কৌশল হল কার্বন গঠিত যৌগ বা জৈব যৌগের ওপর দ্বিতীয় কোন পদার্থ আক্রমণ করে জৈব বিক্রিয়া সংঘটিত করে থাকে। প্রথমোক্ত কার্বন গঠিত যৌগকে ‘সাবস্ট্রেট’ (substrate— অর্থাৎ নিচে অবস্থানকারী) এবং শেষোক্ত পদার্থকে ‘আক্রমণকারী বিকারক’ (attacking reagent) বলে এবং এদের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থকে ‘উৎপাদ’ (product) বলে। অতএব কোন জৈব বিক্রিয়াকে সাধারণভাবে নিম্ন মতে প্রকাশ করা হয় :

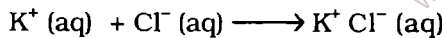
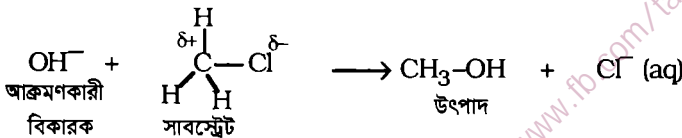
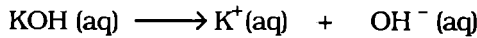


আক্রমণকারী বিকারকের প্রভাবে সাবস্ট্রেট অণুর কার্বন-বন্ধনের ভাঙন ঘটে। ফলে সাবস্ট্রেট অণু দ্বিখণ্ডিত হয়ে যায়। নতুন খণ্ডগুলো সক্রিয় ক্ষণস্থায়ী মধ্যবর্তী প্রজাতি বা ‘মধ্যক’ (intermediate) রূপে কাজ করে। এ সব ‘মধ্যক’ পরক্ষণে আক্রমণকারী বিকারক (অণু, পরমাণু, আয়ন)—এর সঙ্গে নতুন বন্ধন সৃষ্টি করে উৎপাদ বা নতুন যৌগ গঠন করে। এক্ষেত্রে নতুন উৎপাদ সৃষ্টি হওয়ার পূর্ব পর্যন্ত প্রক্রিয়াকে ‘অবস্থান্তর দশা’ (transition state) বলা হয়।

বিক্রিয়ার কৌশল : আক্রমণকারী বিকারকের কারণে ‘সাবস্ট্রেট অণু’র কার্বন বন্ধন ভেঙে ‘অবস্থান্তর দশা’য় ক্ষণস্থায়ী মধ্যক সৃষ্টির মাধ্যমে এবং শেষে নতুন যৌগ গঠন পর্যন্ত বিক্রিয়ার বিভিন্ন ধাপসমূহকে জৈব বিক্রিয়ার ‘কৌশল’ বা মেকানিজম বলে।



যেমন, জলীয় KOH দ্রবণ ও ক্লোরো মিথেন (CH₃Cl) এর বিক্রিয়ায় মিথানল (CH₃OH) উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াটি নিম্নোক্ত স্তরে দেখানো হয়। যেমন,



জৈব বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজমে মূল ধাপ হল সাবস্ট্রেটের কার্বন-বন্ধন ভাঙন (fission)। অতএব বিক্রিয়া কৌশল বুঝতে হলে এ কার্বন বন্ধন ভাঙন সম্বন্ধে প্রাথমিক জ্ঞান একান্ত প্রয়োজন। তাই নিম্নে কার্বন বন্ধন ভাঙন পদ্ধতি আলোচিত হল।

৪.১৬ কার্বন-কার্বন বন্ধন ভাঙন বা বিভাজন Breaking of carbon-carbon (C-C) bond

জৈব যৌগের কার্বন বন্ধন হল সমযোজী বন্ধন (σ অথবা σ-সহ π বন্ধন)। প্রতি সমযোজী বন্ধনে দুটি ইলেকটন সংশ্লিষ্ট পরমাণুদ্বয় শেয়ার করে থাকে। বন্ধন ভাঙনের ফলে সংশ্লিষ্ট অণুটি দুই অংশে বিভক্ত হয়ে যায়। এ বন্ধন-ভাঙন দু'প্রকারে ঘটতে পারে; যেমন, (১) বন্ধনের সুষম ভাঙন ও (২) বন্ধনের বিষম ভাঙন।

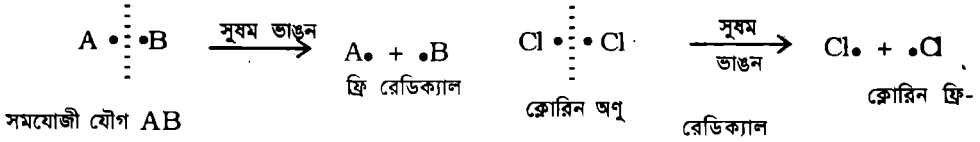
(ক) বন্ধনের সুষম ভাঙন :

বন্ধন-ভাঙনকালে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ পরমাণুদ্বয় নিজ নিজ ইলেকটনটি সজে করে দুই অংশে পৃথক হতে পারে; সমযোজী বন্ধনের এরূপ প্রতিসম ভাঙনকে সুষম ভাঙন বা সুষম বিভাজন বলে। এক্ষেত্রে বন্ধনে আবদ্ধ পরমাণু দুটির ইলেকটন আকর্ষণ ক্ষমতা অর্থাৎ তড়িৎ ঋণাত্মকতা প্রায় সমান হয়ে থাকে।

ফ্রি-রেডিক্যাল : সমযোজী সিগমা বন্ধনের সুষম ভাঙনের ফলে উৎপন্ন বিজোড় ইলেকটন যুক্ত পরমাণু বা মূলককে মুক্ত মূলক বা ফ্রি-রেডিক্যাল (free radical) বলে।

উদাহরণ : (১) মিথাইল ফ্রি-রেডিক্যাল, $\cdot\text{CH}_3$; (২) ক্লোরিন ফ্রি-রেডিক্যাল, $\cdot\text{Cl}$

উৎপত্তি : সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ 'A—B' অণুর সুষম ভাঙনে নিম্নরূপে ফ্রি-রেডিক্যাল উৎপন্ন হয়।



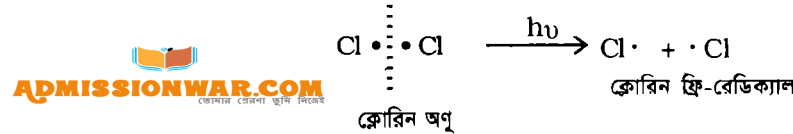
চিত্র ৪.১১ : সমযোজী সিগমা বন্ধনের সুষম ভাঙন।

ফ্রি-রেডিক্যালের বৈশিষ্ট্য : (১) মুক্ত মূলক বা ফ্রি-রেডিক্যালে ইলেকটন থাকলেও এরা বিদ্যুৎ চার্জযুক্ত বা আয়নিক প্রকৃতির হয় না; কারণ ঐ বিজোড় ইলেকটনটি সমযোজী বন্ধন সৃষ্টির পূর্বেই এদের নিজস্ব ছিল।

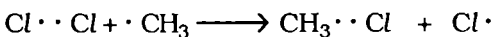
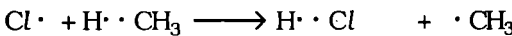
(২) ফ্রি-রেডিক্যালগুলো সক্রিয় ও ক্ষণস্থায়ী।

(৩) তাই উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই অন্য ফ্রি-রেডিক্যাল, মূলক, আয়ন বা অণু থেকে আরো একটি ইলেকটন লাভ করে ইলেকটন জোড় সৃষ্টির মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন গঠন করে নতুন যৌগ সৃষ্টি করে।

ফ্রি-রেডিক্যাল বিক্রিয়া : সাধারণত তাপ ও আলো শক্তির প্রভাবে গ্যাসীয় অবস্থায় সমযোজী বন্ধনের সুষম বিভাজনে ফ্রি-রেডিক্যাল উৎপন্ন হয়। যেমন, আলোর উপস্থিতিতে মিথেন (CH_4) এর সঙ্গে Cl_2 এর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। এক্ষেত্রে সূর্যালোকের ($h\nu$) প্রভাবে Cl_2 এর সুষম বিভাজনে ক্লোরিন ফ্রি-রেডিক্যাল উৎপন্ন হয়।



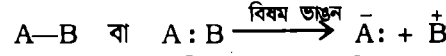
উৎপন্ন ক্লোরিন ফ্রি-রেডিক্যাল মিথেন (CH_4) অণুর কার্বন-হাইড্রোজেন (C—H) বন্ধনকে আক্রমণ করে, ফলে মিথাইল ফ্রি-রেডিক্যাল ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন মিথাইল ফ্রি-রেডিক্যাল পরবর্তী ধাপে অপর একটি Cl_2 অণুকে আক্রমণ করে মিথাইল ক্লোরাইড ($\text{CH}_3\text{—Cl}$) ও ক্লোরিন ফ্রি-রেডিক্যাল ($\text{Cl}\cdot$) সৃষ্টি করে। এভাবে শেষাবধি বিক্রিয়া চলতে থাকে। এ প্রকার বিক্রিয়াকে ফ্রি-রেডিক্যাল বা মুক্ত মূলক বিক্রিয়া বলে। যেমন,



অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিক্যালগুলোর স্থায়িত্ব এদের কার্বন পরমাণুর প্রকৃতির ওপর নির্ভরশীল। যেমন, 3° অ্যালকাইল মূলক $> 2^\circ$ অ্যালকাইল মূলক $> 1^\circ$ অ্যালকাইল মূলক $>$ মিথাইল মূলক। অর্থাৎ $\text{R}_3\text{C} \cdot > \text{R}_2\text{HC} \cdot > \text{RH}_2\text{C} \cdot > \text{H}_3\text{C} \cdot$
(3°) (2°) (1°)

(খ) বন্ধনের বিষম ভাঙন :

সমযোজী বন্ধন ভাঙনের ফলে পৃথকীভূত দুই পরমাণু বা মূলকের মধ্যে কেবল একটিতেই যখন এদের 'বন্ধন-ইলেকট্রনদ্বয়' থাকে, তখন এ প্রকার অপ্রতিসম ভাঙনকে 'বন্ধনের বিষম ভাঙন' বা বিষম বিভাজন বলে। যে পরমাণু বা মূলক ঐ বন্ধন ইলেকট্রনদ্বয় লাভ করে, তা ঋণাত্মক চার্জযুক্ত এবং অপর অংশ ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে। সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ 'AB' অণুর বিষম ভাঙন নিম্নরূপে দেখানো যায় :



চিত্র ৪.১২ : সমযোজী সিগমা বন্ধনের বিষম ভাঙন।

এক্ষেত্রে A এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা B এর তড়িৎ-ঋণাত্মকতা অপেক্ষা বেশি; তাই বন্ধনের ইলেকট্রনদ্বয় A এর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয়ে সমযোজী বন্ধন ভেঙে যায়।

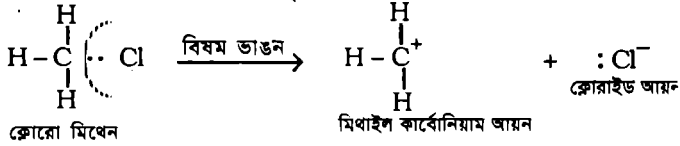
৪.১৭ কার্বোনিয়াম আয়ন বা কার্বোক্যাটায়ন (Carbonium ion or Carbocation)

কার্বোনিয়াম আয়ন হল একক ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন ক্যাটায়ন (cation), অর্থাৎ ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন পরমাণু সংবলিত জৈব আয়নকে 'কার্বোনিয়াম' আয়ন বলে।

উদাহরণ : (১) মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন $\overset{+}{C}H_3$

(২) ইথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন $CH_3-\overset{+}{C}H_2$ ।

উৎপত্তি : ধরা যাক, CH_3-X জৈব যৌগে C-X বন্ধনের X পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতা C পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতা অপেক্ষা বেশি, তখন এদের বন্ধন ইলেকট্রনদ্বয় X পরমাণু নিজের দিকে টেনে নিয়ে বন্ধনের বিষম ভাঙন ঘটায়। ফলে CH_3 মূলকটির C পরমাণুতে ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়। এটাকে কার্বোনিয়াম আয়ন বলে। যেমন,

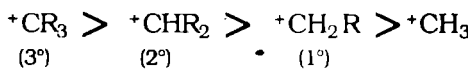


চিত্র ৪.১৩ : সিগমা বন্ধনের বিষম ভাঙনে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি।

সক্রিয়তা : কার্বোনিয়াম আয়ন অতীব সক্রিয় হয়ে থাকে। কারণ ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন পরমাণুর যোজ্যতা সতরে তিনটি সমযোজ্যতায় মোট ছয়টি ইলেকট্রন শেয়ারকৃত অবস্থায় রয়েছে। কাজেই একজোড়া ইলেকট্রন দানে সক্ষম এমন কোন পরমাণু বা মূলকের সঙ্গে যুক্ত হয়ে কার্বোনিয়াম আয়নের ঐ কার্বন পরমাণুর অষ্টক গঠনের প্রবণতা খুব বেশি থাকে।

নামকরণ : কার্বোনিয়াম মূলকের নামকরণে মূল অ্যালকাইল মূলকের নামের শেষে 'ইয়াম' (ium) যোগ করা হয় (Alkyl + ium = Alkylium) যেমন, মিথাইলিয়াম আয়ন ($+CH_3$)। একে 'মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন'ও বলা হয়। তদ্রূপ ইথাইলিয়াম বা ইথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন ($+CH_2-CH_3$), বিউটাইলিয়াম বা tert. বিউটাইল কার্বোনিয়াম আয়ন $[(CH_3)_3C^+]$

স্থায়িত্ব : স্থায়িত্বের দিক দিয়ে কতগুলো কার্বোনিয়াম আয়ন বেশ স্থায়ী; আবার কতগুলো খুব কম স্থায়ী। যেমন, 1° কার্বোনিয়াম আয়ন থেকে 2° কার্বোনিয়াম আয়ন অধিক স্থায়ী এবং 2° কার্বোনিয়াম আয়ন থেকে 3° কার্বোনিয়াম আয়ন অধিকতর স্থায়ী। অর্থাৎ কার্বোনিয়াম আয়নসমূহের স্থায়িত্ব ক্রম নিম্নরূপ :



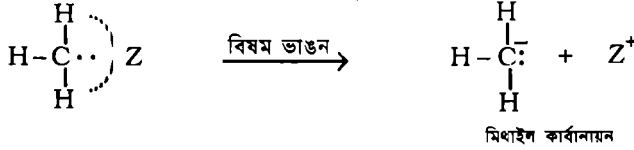
৪.১৮ কার্বানায়ন (Carbanion)

কার্বানায়ন হল একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন অ্যান আয়ন (an ion), অর্থাৎ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন পরমাণু সংবলিত জৈব আয়নকে 'কার্বানায়ন' বলে।

উদাহরণ : (১) মিথাইল কার্বানায়ন, $:\bar{\text{C}}\text{H}_3$

(২) ইথাইল কার্বানায়ন, $:\bar{\text{C}}\text{H}_2-\text{CH}_3$

উৎপত্তি : ধরা যাক, CH_3-Z জৈব যৌগে $\text{C}-\text{Z}$ বন্ধনের Z পরমাণু বা মূলকের ঋণাত্মকতা C পরমাণুর ঋণাত্মকতা অপেক্ষা কম। তখন এদের 'বন্ধন ইলেকটনদ্বয়' C পরমাণু নিজের দিকে টেনে নিয়ে বন্ধনের বিষম ভাঙন ঘটায়। ফলে CH_3- মূলকটির C পরমাণুতে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়। এটাকে কার্বানায়ন বলে। যেমন,

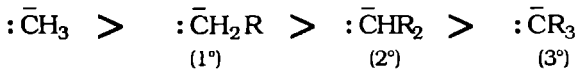


চিত্র ৪.১৪ : সিগমা বন্ধনের বিষম ভাঙনে কার্বানায়ন সৃষ্টি।

সক্রিয়তা : সময়োজী বন্ধনের বিষম ভাঙনে উৎপন্ন কার্বানায়ন ইলেকটন সমৃদ্ধ হওয়ায় এরা খুব সক্রিয়। ইলেকটন ঘাটতি সম্পন্ন বিকারকের সঙ্গে কার্বানায়ন যুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করে।

নামকরণ : কার্বানায়নের নামকরণে মূল অ্যালকাইল মূলকের নামের শেষে 'কার্বানায়ন (carbanion) শব্দ যোগ করা হয়। যেমন, মিথাইল কার্বানায়ন ($:\bar{\text{C}}\text{H}_3$), ইথাইল কার্বানায়ন ($:\bar{\text{C}}\text{H}_2\text{CH}_3$)

স্থায়িত্ব : কার্বানায়নের ঋণাত্মক C পরমাণুতে যুক্ত পরমাণু বা মূলকগুলো যদি ইলেকটন-আকর্ষী মূলক যেমন, $-\text{C}\equiv\text{N}$, $>\text{C}=\text{O}$, $-\text{NO}_2$ হয়ে থাকে, তবে ঐ ইলেকটন আকর্ষীমূলক ঋণাত্মক কার্বনের চার পার্শ্বের ইলেকটন ঘনত্ব নিজের দিকে টেনে নিয়ে কার্বানায়নের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করে। কিন্তু ইলেকটন বিকর্ষী মূলক যেমন, $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$ যুক্ত থাকলে কার্বানায়ন অস্থায়ী হয়ে পড়ে। তাই অ্যালকাইল প্রতিস্থাপিত কার্বানায়নের স্থায়িত্ব-হ্রাসের ক্রম হল নিম্নরূপ :

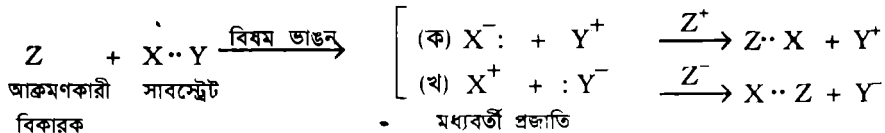


জৈব যৌগের বিভিন্ন যুত বিক্রিয়া, প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া কার্বানায়ন মেকানিজম পদ্ধতিতে সম্পন্ন হয়ে থাকে।

৪.১৯ আক্রমণকারী বিকারক ও তাদের ভূমিকা

Attacking reagents and their functions

জৈব বিক্রিয়ার উপযুক্ত পরিবেশে সাবস্ট্রেট অণুতে আক্রমণকারী বিকারকের সংঘর্ষের ফলে পুরাতন কার্বন-বন্ধন ভেঙে সক্রিয় মধ্যবর্তী প্রজাতি যেমন, (১) ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বোনিয়াম আয়ন অথবা (২) ঋণাত্মক চার্জযুক্ত কার্বানায়ন সৃষ্টি হয়। পরক্ষণেই বিক্রিয়া সূচনা করার জন্য দায়ী আক্রমণকারী বিকারক ও সক্রিয় মধ্যবর্তী প্রজাতি যুক্ত হয়ে নতুন যৌগ গঠন করে। যেমন, জলীয় দ্রবণে সাবস্ট্রেট $\text{X}-\text{Y}$ ও আক্রমণকারী বিকারক Z এর সংঘর্ষে পুরাতন বন্ধনের বিষম ভাঙনের ফলে নিম্নোক্ত মধ্যবর্তী প্রজাতি সৃষ্টি হয় এবং পরক্ষণেই Z এর সঙ্গে ঐ মধ্যবর্তী প্রজাতি বিক্রিয়া করে $\text{Z}-\text{X}$ উৎপাদ গঠন করে।



এক্ষেত্রে আক্রমণকারী বিকারক Z এর ধনাত্মক বা ঋণাত্মক প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে মধ্যবর্তী প্রজাতি (ক) অথবা (খ) এর সৃষ্টি এবং শেষ-উৎপাদ সৃষ্টিও এর ওপর নির্ভরশীল। তাই আক্রমণকারী বিকারকসমূহের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে এদের ভূমিকা নিম্নোক্ত দু'শ্রেণীতে আলোচনা করা হল :

(১) ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক বা ইলেকট্রোফাইল (Electrophile বা, Electrophilic reagent)

(২) নিউক্লিয়াস আকর্ষী বিকারক বা নিউক্লিওফাইল (Nucleophile বা, Nucleophilic reagent)

(ক) 'ইলেকট্রোফাইল' বা ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক :

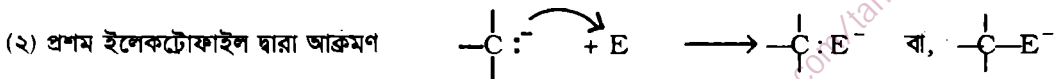
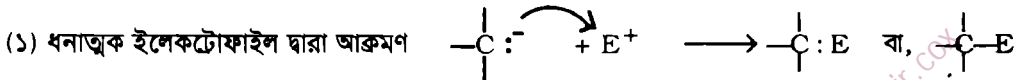
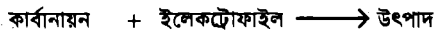
ইলেকট্রোফাইল অর্থ ইলেকট্রন আকর্ষী গ্রুপ। বিক্রিয়া কালে যে সব বিকারকের ঋণাত্মক চার্জযুক্ত কার্বানায়ন বা এর ইলেকট্রনের প্রতি প্রবল আকর্ষণ থাকে এবং ইলেকট্রন গ্রহণ করে, তাদেরকে ইলেকট্রোফাইল বা ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক বলে। এদেরকে সাধারণভাবে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এরা ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয় অথবা এদের মূল পরমাণুর যোজ্যতা স্তর অপূর্ণ থাকে অর্থাৎ অক্টেট বা ডুপ্লেট অপূর্ণ থাকে। ইলেকট্রোফাইল দু'প্রকার; যেমন, ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল ও প্রশম ইলেকট্রোফাইল (neutral)।

(১) ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল (E^+) : এরা ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়। যেমন, মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন (CH_3^+), ব্রোমোনিয়াম আয়ন (Br^+), প্রোটন (H^+), হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) নাইট্রোনিয়াম আয়ন (NO_2^+) নাইট্রোসোনিয়াম আয়ন (NO^+) ইত্যাদি হল ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল (E^+)।

(২) প্রশম ইলেকট্রোফাইল (E) : এদের অণুতে কোন ধনাত্মক চার্জ থাকে না; কিন্তু এদের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে তিনটি সমযোজী বন্ধনে ছয়টি ইলেকট্রন থাকে মাত্র। ফলে এদের অষ্টক অপূর্ণ থাকে। যেমন, অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$), বোরন ট্রাইফ্লোরাইড (BF_3), ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$), সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3 এটি পোলারিত অণু) প্রভৃতি প্রশম ইলেকট্রোফাইল।



ইলেকট্রোফাইলের আক্রমণ : ইলেকট্রোফাইলসমূহ 'সাবস্ট্রেট অণু'কে এর ইলেকট্রনসমৃদ্ধ অংশে আক্রমণ করে। যেহেতু, ইলেকট্রোফাইলসমূহে ইলেকট্রনের অভাব আছে; তাই ইলেকট্রনসমৃদ্ধ ও এক জোড়া ইলেকট্রন যোগান দিতে সক্ষম 'সাবস্ট্রেট' (যেমন, কার্বানায়ন) ও ইলেকট্রোফাইল (E^+) এর মধ্যে আক্রমণ ঘটে। যেমন,



ওপরের বিক্রিয়ায় লক্ষণীয় যে, ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইলের সঙ্গে কার্বানায়নের বিক্রিয়ায় প্রশম-অণু উৎপন্ন হয়। অপরদিকে প্রশম ইলেকট্রোফাইলের সঙ্গে কার্বানায়নের বিক্রিয়ায় সৃষ্ট উৎপাদের ইলেকট্রোফাইল (E) এর অংশে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়ে থাকে।

অবস্থাভেদে, ইলেকট্রোফাইল কখনও আক্রমণকারী বিকারক আবার কখনও বা সাবস্ট্রেট হিসেবেও কাজ করে। কার্বোনিয়াম আয়ন ও কার্বানায়ন প্রত্যেকেই এই উভয় প্রকার ক্রিয়াকর্ম করতে পারে।

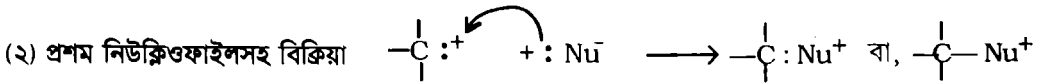
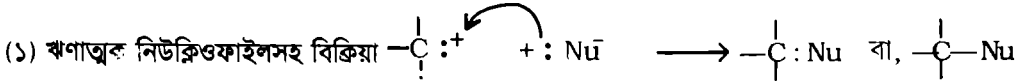
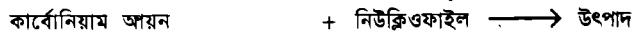
(খ) 'নিউক্লিওফাইল' বা 'নিউক্লিয়াস আকর্ষী বিকারক' :

নিউক্লিওফাইল অর্থ নিউক্লিয়াস আকর্ষী গ্রুপ অর্থাৎ বিক্রিয়াকালে যে সব বিকারকের 'নিউক্লিয়াস' বা ধনাত্মক চার্জযুক্ত কেন্দ্রের প্রতি প্রবল আকর্ষণ থাকে এবং বিক্রিয়াকালে ইলেকট্রন দান করতে পারে, তাদেরকে নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বলে। এদেরকে সাধারণভাবে Nu দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এদের মূল পরমাণুটি ঋণাত্মক চার্জযুক্ত বা ইলেকট্রন সমৃদ্ধ থাকে। তাই নিউক্লিওফাইল দু'প্রকার; যেমন, ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল ও প্রথম নিউক্লিওফাইল।

(১) **ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল (Nu⁻)** : এ শ্রেণীর নিউক্লিওফাইলের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে ঋণাত্মক বিদ্যুৎ চার্জ থাকে। যেমন, মিথাইল কার্বানায়ন (:CH₃⁻), ক্লোরাইড আয়ন (:Cl⁻), ব্রোমাইড আয়ন (:Br⁻), সায়ানাইড আয়ন (:CN⁻), হাইড্রক্সাইড আয়ন (:OH⁻), অ্যালকোক্সাইড আয়ন (:OR⁻) ইত্যাদি হল ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল।

(২) **প্রথম নিউক্লিওফাইল (Nu)** : এ শ্রেণীর নিউক্লিওফাইলের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে নিঃসজ্জা ইলেকট্রন জোড় থাকে; কিন্তু কোন ঋণাত্মক চার্জ থাকে না। যেমন, অ্যামোনিয়া (NH₃), পানি (H-O-H), অ্যালকোহল (R-O-H) ইত্যাদি প্রথম নিউক্লিওফাইল।

নিউক্লিওফাইলের আক্রমণ : ঋণাত্মক চার্জযুক্ত বা প্রথম নিউক্লিওফাইলসমূহে নিঃসজ্জা ইলেকট্রন জোড় থাকায় এরা সাবস্ট্রেট অণুকে ঐ নিঃসজ্জা ইলেকট্রন জোড় যোগান দিয়ে নতুন বন্ধন সৃষ্টি করে এবং নতুন অণু গঠন করে। এসব ক্ষেত্রে 'সাবস্ট্রেটের' ইলেকট্রন ঘাটতি প্রাপ্তে নিউক্লিওফাইল আক্রমণ করে থাকে। যেমন, কার্বোনিয়াম আয়নের সঙ্গে উভয় প্রকার নিউক্লিওফাইলের বিক্রিয়া নিচে দেখানো হল :



ওপরের বিক্রিয়ায় লক্ষণীয় যে, ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইলের সঙ্গে কার্বোনিয়াম আয়নের বিক্রিয়ায় প্রথম-অণু উৎপন্ন হয় এবং প্রথম নিউক্লিওফাইলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সূচ্য উৎপাদের নিউক্লিওফাইল (Nu) এর অংশে ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়ে থাকে।

ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক ও নিউক্লিয়াস আকর্ষী বিকারকের উৎস : বিক্রিয়ার পরিবেশের ওপর নির্ভর করে নিম্নোক্ত বিক্রিয়কসমূহ ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক ও নিউক্লিয়াস আকর্ষী বিকারক সরবরাহ করে। যেমন, X₂, অর্থাৎ Cl₂, Br₂, HCl, HBr, H₂SO₄ প্রভৃতি ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক দেয় এবং HCN, NaHSO₃, RMgX প্রভৃতি কেন্দ্র আকর্ষী বিকারক সরবরাহ করে।

১। ফ্রি-রেডিক্যাল : সাধারণত প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া, যুত বিক্রিয়া ও পুনর্বিন্যাস বিক্রিয়া দেয়।

২। ইলেকট্রোফাইল : প্রতিস্থাপন ও যুত বিক্রিয়া দেয়।

৩। নিউক্লিওফাইল : প্রতিস্থাপন, যুত বিক্রিয়া ও অপসারণ বিক্রিয়া দেয়।

সমাণুতা (Isomerism)

৪.২০ সমাণুতার সংজ্ঞা ও শ্রেণীবিভাগ

Definition and classification of isomerism

জৈব রসায়নে এমন অনেক যৌগ আছে, যে সব যৌগের আণবিক সংকেত একই হওয়া সত্ত্বেও এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে অনেক পার্থক্য দেখা যায়। এর কারণ হল, এসব যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণুর মধ্যে বিন্যাস বা সজ্জার বিভিন্নতা।

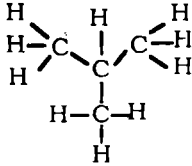
যে সব যৌগের আণবিক সংকেত এক ও অভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও এদের গাঠনিক সংকেতের ভিন্নতার কারণে এবং অণুস্থিত পরমাণুসমূহের ত্রিমাত্রিক বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে অন্তত দু-একটা পার্থক্য প্রকাশ পায়, সে সব যৌগকে সমাণু বলে এবং যৌগের এরূপ ধর্মকে সমাণুতা (Isomerism) বলা হয়।

যেমন, ইথানল (C_2H_5-OH) ও ডাইমিথাইল ইথার (CH_3-O-CH_3) উভয় যৌগ পরস্পরের সমাণু। কারণ এই উভয় যৌগের একই আণবিক সংকেত হল C_2H_6O । কিন্তু গাঠনিক সংকেত ভিন্ন হওয়ায় এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য ঘটে।

সমাণুতার শ্রেণীবিভাগ : সমাণুতাকে প্রধানত দু শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

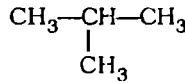
(ক) গাঠনিক সমাণুতা ও (খ) স্টেরিও বা ত্রিমাত্রিক সমাণুতা।

গাঠনিক সংকেতে অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু কিরূপে পরস্পরের সাথে সংযুক্ত থাকে বা সজ্জিত থাকে বা বিন্যস্ত থাকে, তা প্রকাশ পায়। গাঠনিক সংকেতে প্রত্যেক পরমাণুকে এর বন্ধন সংখ্যা মতে পরস্পরের সাথে ড্যাস চিহ্ন (-) সহযোগে যুক্ত দেখানো যায়; অথবা তাদের গ্রুপ বা মূলকগুলোকে ক্রমানুসারে লেখা যায়। তবে প্রত্যেক গাঠনিক সংকেত সংশ্লিষ্ট অণুর বিভিন্ন পরমাণুর সংযুক্তির সুস্পষ্ট ধারণা দিয়ে থাকে। যেমন, ২-মিথাইল প্রোপেন-এর গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপে তিন প্রকারে লেখা হল।



(ক)

গাঠনিক সংকেত (ক) দ্বারা প্রত্যেক পরমাণু বন্ধন দ্বারা অপর পরমাণুর সাথে কিরূপে বিন্যস্ত আছে; তা সুস্পষ্টভাবে প্রকাশ পেয়েছে।



(খ)

গাঠনিক সংকেত (খ) দ্বারা গ্রুপ বা মূলকগুলো কিরূপে বিন্যস্ত আছে; তা প্রকাশ পেয়েছে। এটা (ক) এর চেয়ে কম সুস্পষ্ট।



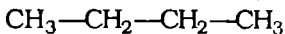
(গ)

গাঠনিক সংকেত (গ) হল (খ) এর সংক্ষিপ্ত রূপ। এতে মূলক বা পরমাণুর মধ্যবর্তী কোন বন্ধন দেখানো হয়নি।

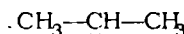
(ক) গাঠনিক সমাণুতা : যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণুর সম্ভাব্য একাধিক অবস্থান বিন্যাসের পার্থক্যহেতু যে সমাণুতার উদ্ভব ঘটে, একে গাঠনিক সমাণুতা বলে। এক্ষেত্রে সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত ভিন্ন হয়। গাঠনিক সমাণুতা আবার পাঁচ প্রকার। যেমন,

(১) চেইন সমাণুতা; (২) অবস্থান সমাণুতা; (৩) কার্যকরী মূলক সমাণুতা; (৪) মেটামারিজম ও (৫) টটোমারিজম;

১। চেইন সমাণুতা : যৌগের অণুস্থিত কার্বন চেইন বা কার্বন-শিকলের গঠনের পার্থক্যহেতু সৃষ্ট সমাণুতাকে চেইন সমাণুতা বলে। চেইন সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণীর সদস্য এবং এসব সমাণুর কার্বন কাঠামো শাখাবিহীন ও শাখায়ুক্ত হয়ে থাকে। যেমন, বিউটেন (স্ফুটনাজক, -0.50°C) এবং ২-মিথাইল প্রোপেন (স্ফুটনাজক, 10.2°C) উভয় যৌগের আণবিক সংকেত হল C_4H_{10} ; কিন্তু এদের কার্বন শিকলের ভিন্নতার কারণে এরা পরস্পরের চেইন সমাণু। এদের গঠন নিম্নরূপ :



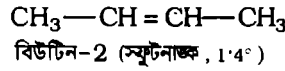
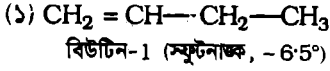
বিউটেন



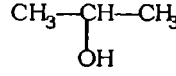
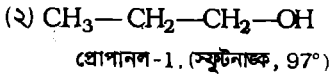
CH_3

২-মিথাইল প্রোপেন

২। অবস্থান সমাণুতা : জৈব যৌগের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের অবস্থান অথবা প্রতিস্থাপিত পরমাণু বা কার্যকরী মূলকের অবস্থানের পার্থক্যহেতু উদ্ভূত সমাণুতাকে অবস্থান সমাণুতা বলে। এ প্রকার সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণীর সদস্য হয়। যেমন,



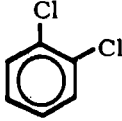
আণবিক সংকেত
 C_4H_8



আণবিক সংকেত
 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

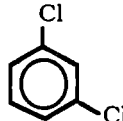
প্রোপানল-২. (স্ফুটনাঙ্ক, 81°)

অবস্থান সমাণুতা দ্বি-প্রতিস্থাপিত ও ত্রি-প্রতিস্থাপিত বেনজিন যৌগেও দেখা যায়। যেমন, ডাইক্লোরো বেনজিনে তিনটি অবস্থান সমাণু সম্ভব। প্রত্যেকের আণবিক সংকেত হল $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$ কিন্তু এর গাঠনিক সংকেত ভিন্ন।



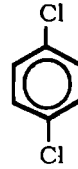
1,2-ডাইক্লোরো বেনজিন

[অর্ধো-ডাইক্লোরো বেনজিন]



1,3-ডাইক্লোরো বেনজিন

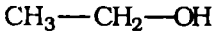
[মেটা-ডাইক্লোরো বেনজিন]



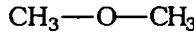
1,4-ডাইক্লোরো বেনজিন

[প্যারা-ডাইক্লোরো বেনজিন]

৩। কার্যকরী মূলক সমাণুতা : যৌগের অগুণ্ঠিত কার্যকরী মূলকের বিভিন্নতার কারণে উদ্ভূত সমাণুতাকে কার্যকরী মূলক সমাণুতা বলে। কার্যকরী মূলক সমাণুগুলো ভিন্ন ভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর সদস্য হয়ে থাকে। যেমন,



ইথানল, (স্ফুটনাঙ্ক, 78.3°)

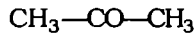


ডাইমিথাইল ইথার, (স্ফুটনাঙ্ক, -25°)

আণবিক সংকেত
 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$



প্রোপান্যাল, (স্ফুটনাঙ্ক, 48.8°)



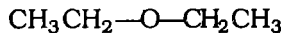
অ্যাসিটোন, (স্ফুটনাঙ্ক, 56°)

আণবিক সংকেত
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

৪। মেটামারিজম : একই সমগোত্রীয় শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত সমাণুগুলোতে কার্যকরী মূলকের উভয় পার্শ্বে কার্বন পরমাণু সংখ্যার ভিন্নতা বা অসমতাজনিত সৃষ্ট সমাণুতাকে মেটামারিজম বলে এবং এসব সমাণুকে মেটামার (metamers) বলে। সাধারণত দ্বিযোজী কার্যকরী মূলকযুক্ত ইথার, কিটোন ও সেকেন্ডারি অ্যামিনের ক্ষেত্রে মেটামারিজম ঘটে। যেমন,

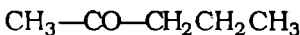


মিথাইল-n- প্রোপাইল ইথার (স্ফুটনাঙ্ক, 39°)

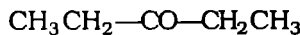


ডাই ইথাইল ইথার. (স্ফুটনাঙ্ক, 34.5°)

আণবিক সংকেত
 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$



পেন্টানোন-২



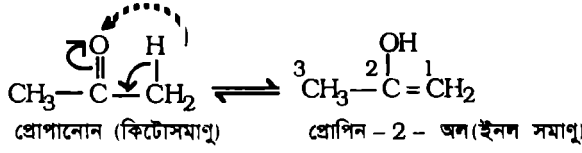
পেন্টানোন-৩

আণবিক সংকেত
 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$

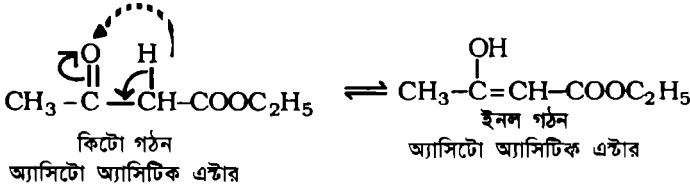
৫। টটোমারিজম : টটোমারিজম হল একটি বিশেষ ধরনের কার্যকরী মূলক সমাণুতা। এ প্রক্রিয়ায় সমাণুগুলো সাধারণ অবস্থায় এক প্রকার কার্যকরী মূলক সংবলিত কাঠামো থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ভিন্ন প্রকার কার্যকরী মূলক সৃষ্টির মাধ্যমে অন্য কাঠামোতে রূপান্তরিত হয় এবং উভয় কাঠামো সাম্যাবস্থায় বিরাজ করে। এজন্য টটোমারিজমকে গতিশীল কার্যকরী মূলক সমাণুতা বলে। যেমন,

উদাহরণ ১। প্রোপানোন বা ডাই মিথাইল কিটোন স্বতঃস্ফূর্তভাবে স্বল্প পরিমাণে প্রোপিন-২- অল সৃষ্টি করে।

তখন কিটোমূলকটি (–CO–) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ও অ্যালকোহল মূলক (–OH) অর্থাৎ ‘ইন ও অল’ মূলকে রূপান্তরিত হয় এবং সাম্যাবস্থায় থাকে। সুতরাং প্রোপানোন ও প্রোপিন-২- অল পরস্পরের টটোমার সমাণু। যেমন,



উদাহরণ ২। অ্যাসিটো অ্যাসিটিক এস্টার টটোমারিজমের একটি উল্লেখযোগ্য উদাহরণ। এটা নিম্নরূপ কিটো-গঠন ও ইনল-গঠনবিশিষ্ট টটোমারিজম দেখায়।



এ প্রকার টটোমারিজমকে কিটো-ইনল টটোমারিজম (Keto-enol tautomerism)-ও বলা হয়। কারণ একটি গঠনে কিটো মূলক থাকে এবং অপর গঠনে দ্বিবন্ধন ও অ্যালকোহলীয় কার্যকরী মূলক থাকে। [enol = ene + ol; অ্যালকিন নাম থেকে ene, অ্যালকোহল নাম থেকে ol]

(খ) স্টেরিও সমাণুতা : রসায়নের যে শাখায় বস্তুর ধর্ম এদের ত্রিমাত্রিক গঠনের ওপর আলোচিত হয়, রসায়নের সে শাখাকে ‘স্টেরিও রসায়ন’ (stereo-chemistry) বলে। স্টেরিও রসায়নের এক বিশেষ দিক হল স্টেরিও সমাণুতা। গ্রিক স্টেরিও শব্দের অর্থ হল ‘ত্রিমাত্রিক স্থান’। স্টেরিও সমাণুতা সাধারণত অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু বা মূলকের চতুর্ভোজী কার্বনের ত্রিমাত্রিক সজ্জা বা বিন্যাসের পার্থক্যের জন্য সৃষ্টি হয়ে থাকে। এক্ষেত্রে সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত একই রূপ হয়। তাই, যে সব যৌগের একই আণবিক সংকেত ও একই গাঠনিক সংকেত থাকে, কিন্তু যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু ও মূলকের ত্রিমাত্রিক অবস্থান বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়; সে সব যৌগকে স্টেরিও সমাণু এবং এদের এই ধর্মকে স্টেরিও বা ত্রিমাত্রিক সমাণুতা বলে। স্টেরিও সমাণুর ত্রিমাত্রিক চিত্রকে কনফিগারেশন (configuration) বলা হয়।

স্টেরিও সমাণুতা দু’ প্রকার। যেমন,

(১) জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্-ট্রান্স সমাণুতা; ও (২) আলোক সক্রিয় সমাণুতা।

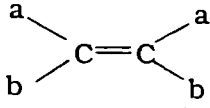
এখানে জ্যামিতিক সমাণুতা ও আলোক সমাণুতা সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা করা হল।

৪.২.১ জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্-ট্রান্স সমাণুতা Geometric isomerism or cis-trans isomerism

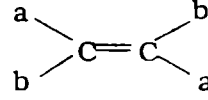
একই আণবিক সংকেত ও গাঠনিক সংকেতবিশিষ্ট জৈব যৌগের কার্বন-কার্বন বন্ধনের অক্ষ বরাবর মুক্ত আবর্তন সম্ভব না হলে তখন ভিন্ন কনফিগারেশন বা জ্যামিতিক গাঠনিক বিন্যাসযুক্ত দু’ধরনের যৌগ অণু সৃষ্টি হয়; তাদেরকে জ্যামিতিক সমাণু এবং যৌগের এরূপ ধর্মকে জ্যামিতিক সমাণুতা বলে।

জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত : (১) সাধারণত প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনসমূহ ও (২) চাক্রিক যৌগসমূহ জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে। কারণ উভয় যৌগ শ্রেণীর সর্শ্রিক কার্বন পরমাণুর মধ্যে অক্ষ বরাবর মুক্ত আবর্তন সম্ভব নয় বলে তাদের প্রত্যেকের ভিন্ন ধরনের কনফিগারেশন বা জ্যামিতিক গাঠনিক বিন্যাসের দুটি সমাণু সৃষ্টি হয়।

(ক) প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনের জ্যামিতিক সমাণু দুটির সাধারণ সংকেত $ab.C = C.ab$ অথবা $ab.C = C.ay$ এর মত হয়ে থাকে। তাদের একটিতে অভিন্ন পরমাণু বা মূলকদ্বয় এক পার্শ্বে থাকলে তাকে সিস্ সমাণু ও অপরটিকে ট্রান্স সমাণু বলা হয়। যেমন,



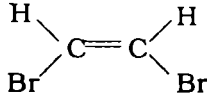
cis-(সিস্) সমাণু



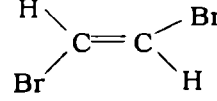
trans-(ট্রান্স) সমাণু

উদাহরণ-১ : 1, 2-ডাইব্রোমো ইথিন ($C_2H_2Br_2$) এর দুটি ভিন্ন কনফিগারেশনযুক্ত দুটি সমাণু সম্ভব।

তাদের একটিকে সিস্-সমাণু ও অপরটিকে ট্রান্স সমাণু বলে।



cis-1,2- ডাইব্রোমো ইথিন

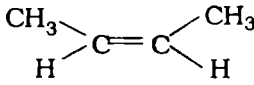


trans-1,2-ডাইব্রোমো ইথিন

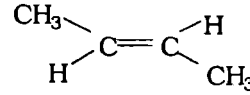
এখানে, $a = H$
 $b = Br$

উদাহরণ-২ : বিউটিন-২ এর দুটি ভিন্ন কনফিগারেশনযুক্ত দুটি সমাণু সম্ভব। তাদের একটি হল সিস্-

বিউটিন-২ ও অপরটি হল ট্রান্স-বিউটিন-২।



cis- বিউটিন - 2



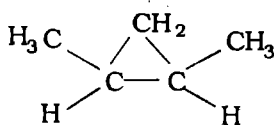
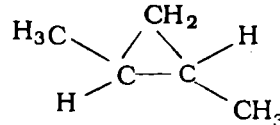
trans- বিউটিন - 2

এখানে, $a = H$
 $b = -CH_3$

দুটি কনফিগারেশনের মধ্যে সদৃশ পরমাণু বা মূলকদ্বয় যখন দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনদ্বয়ের একই দিকে থাকে, তখন উক্ত সমাণুকে সিস্-সমাণু বলে (Lt. cis = same side)। অপরদিকে দুটি একই মূলক বা পরমাণু দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনদ্বয়ের দুদিকে বা বিপরীত দিকে থাকলে, তখন উক্ত সমাণুকে ট্রান্স-সমাণু বলে (Lt. trans = across)। এজন্য জ্যামিতিক সমাণুতাকে সিস্-ট্রান্স সমাণুতাও বলা হয়।

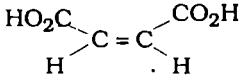
(খ) চাক্রিক জৈব যৌগের বেলায় চাক্রিক কাঠামোতে পরমাণু বা মূলকের পৃথক অবস্থানের জন্য ভিন্ন জ্যামিতিক গাঠনিক বিন্যাসের দুটি সমাণু সম্ভব। চাক্রিক অণুর ত্রিমাত্রিক কাঠামোতে অভিন্ন পরমাণু বা মূলকগুলো একপার্শ্বে থাকলে সিস্ এবং বিপরীত পার্শ্বে থাকলে ট্রান্স সমাণু সৃষ্টি হয়। যেমন,

উদাহরণ-১ : 1,2-ডাইমিথাইল সাইক্লোপ্রোপেনের নিম্নোক্ত দুটি জ্যামিতিক সমাণু সম্ভব।

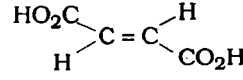
সিস্ - 1,2-ডাইমিথাইল
সাইক্লোপ্রোপেনট্রান্স- 1,2-ডাইমিথাইল
সাইক্লোপ্রোপেন

(ক) জ্যামিতিক সমাণুঘয়ের সাধারণ ধর্ম : ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে জ্যামিতিক সমাণুঘয়ের মধ্যে অনেক পার্থক্য থাকে। যেমন, (১) ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে সিস্-সমাণুর গলনাঙ্ক কম হয়; (২) সিস্-সমাণুর সুস্থিতি কম (অভ্যন্তরীণ শক্তি বেশি), সেহেতু সিস্-সমাণুর দহন তাপ বেশি হয়। (৩) ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে সিস্-সমাণুর দ্রাব্যতা, প্রতিসরাঙ্ক বেশি হয়। (৪) ডাই কার্বিক্সিলিক এসিডের বেলায় সিস্ সমাণু সহজেই এক অণু পানি ত্যাগ করে এসিড অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে, ট্রান্স-সমাণু তা করে না।

সিস্-ট্রান্স সমাণুর একটি সুন্দর উদাহরণ হল ম্যালায়েিক এসিড (সিস্-বিউটিন ডাইঅয়িক এসিড) ও ফিউমারিক এসিড (ট্রান্স-বিউটিন ডাইঅয়িক এসিড)।

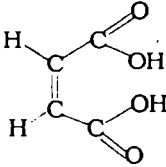


সিস্-বিউটিন ডাইঅয়িক এসিড
(ম্যালায়েিক এসিড)

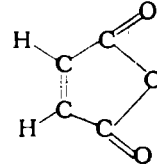


ট্রান্স-বিউটিন ডাইঅয়িক এসিড
(ফিউমারিক এসিড)

তাদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের মধ্যে পার্থক্য আছে। যেমন, তাদের গলনাঙ্ক ভিন্ন হয় (সিস্ সমাণু 135°C এবং ট্রান্স সমাণু 287° C)। সিস্ সমাণু অর্থাৎ ম্যালায়েিক এসিডকে উত্তপ্ত করলে অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে; কিন্তু ট্রান্স সমাণু অর্থাৎ ফিউমারিক এসিড অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে না। এর কারণ এ এসিড অণুর দুই প্রান্তের দুটি $-CO_2H$ মূলকের স্থানিক বিন্যাসের পার্থক্য।



সিস্-বিউটিন ডাইঅয়িক এসিড
(ম্যালায়েিক এসিড)



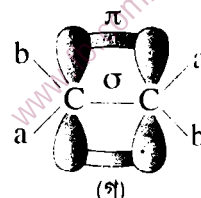
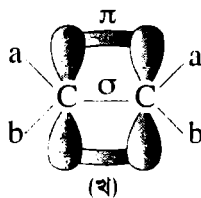
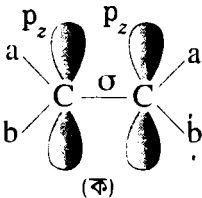
সিস্-বিউটিন ডাইঅয়িক অ্যানহাইড্রাইড
(ম্যালায়েিক অ্যানহাইড্রাইড)



৪.২২ জ্যামিতিক সমাণুতার ব্যাখ্যা

Explanation of geometric isomerism

আধুনিক অরবিটাল মতবাদ : এ মতবাদ অনুসারে জ্যামিতিক সমাণুতার জোরালো ব্যাখ্যা দেয়া যায়। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন যুক্ত অণু যেমন, ইথিলিন গঠনে দুটি কার্বন পরমাণু sp^2 সংকরণ দ্বারা একই সমতলীয় $2s$, $2p_x$, $2p_y$ সংকর অরবিটাল গঠন করে। উভয় কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে তিনটি সংকর অরবিটাল দ্বারা দুটি ভিন্ন মূলক বা H পরমাণুর সাথে এবং নিজেদের মধ্যে একটি সহ মোট তিনটি σ বন্ধন সৃষ্টি করে। এই বন্ধনত্রয় একই সমতলে থাকে। উভয় কার্বন-পরমাণুর অসংক্রান্ত $2p_z$ অরবিটাল দুটি ঐ সমতলের ওপর লম্বভাবে থাকে। প্রত্যেকটি $2p_z$ অরবিটালের দুটি করে লোব (lobe) ঐ সমতলের ওপর ও নিচে অবস্থান করে। কার্বন পরমাণু দুটি σ বন্ধনে



চিত্র ৪.১৫ : π বন্ধন গঠনকালে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনযুক্ত যৌগের দুটি ভিন্ন গঠন

আবস্থ অবস্থায় নিজেদের মধ্যবর্তী σ বন্ধনের অক্ষ বরাবর সহজে আবর্তন করতে পারে (চিত্র (ক))।

এই আবর্তিত অবস্থায় উভয় কার্বনের অসংকরিত $2p_z$ অরবিটালের দুটি লোব ভিন্ন ঘূর্ণন অবস্থায় দু'প্রকারে পাশাপাশি অধিক্রমণ করে π বন্ধন করতে পারে [চিত্র খ ও গ]। ফলে উভয় কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে। দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুদ্বয় তাদের অক্ষ বরাবর আবর্তন করতে পারে না। দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুদ্বয়ে একটি করে সদৃশ পরমাণু বা মূলক যুক্ত থেকে যে সব প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন ($ab.C = C.ab$) উৎপন্ন করে তাদের দুটি ভিন্ন ত্রিমাত্রিক জ্যামিতিক গঠন সম্ভব হয়। এ কারণে প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনসমূহে জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্-ট্রান সমাণুতার উদ্ভব ঘটে।

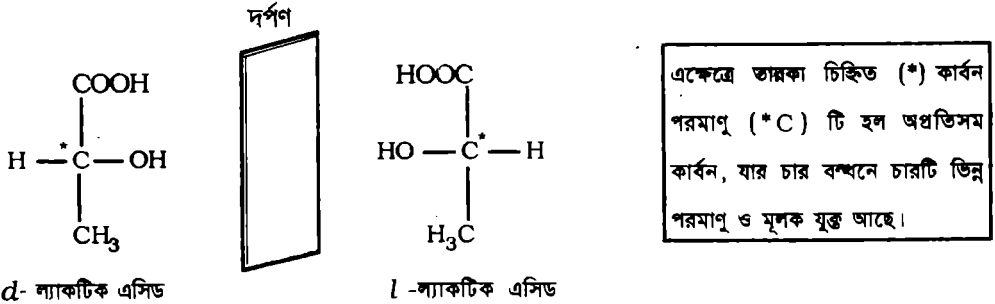
৪.২৩ আলোক সমাণুতা (Optical isomerism)

(ক) সংজ্ঞা : যে সব জৈব যৌগের আণবিক সংকেত ও গাঠনিক সংকেত একই তাদের দুই বা ততোধিক ভিন্ন কনফিগারেশনযুক্ত ভিন্ন সমাণু সম্ভব। এসব সমাণু তাদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে এক ও অভিন্ন; কিন্তু 'আলোক সক্রিয়তায়' ভিন্ন অর্থাৎ 'এক-সমতলীয়' আলোর (plane-polarised light-এর) প্রতি ভিন্নরূপ আচরণ করে, এসব যৌগকে আলোক সক্রিয় সমাণু (optically active isomers) বা আলোক সমাণু বলে। 'এক-সমতলীয়' আলোর ক্ষেত্রে ঐ সব যৌগের প্রতিক্রিয়াকে আলোক সমাণুতা বলে।

আলোক সমাণুগুলোর নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকে। যেমন,

- (১) অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্র থাকে।
- (২) উভয় সমাণুর কনফিগারেশন পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব হয়।
- (৩) উভয় কনফিগারেশন পরস্পরের অসমাপতিত হয়।

যেমন, ল্যাকটিক এসিড [$CH_3.CH(OH).COOH$] একটি আলোক সক্রিয় যৌগ। এর দুটি আলোক সমাণু আছে। তাদের একটিকে d ল্যাকটিক এসিড ও অপরটিকে l ল্যাকটিক এসিড বলে। তাদের দুটি দর্পণ প্রতিবিম্বের মত ভিন্ন কনফিগারেশন হল নিম্নরূপ :



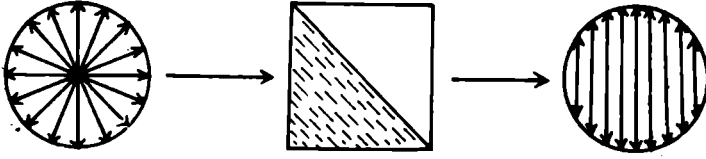
চিত্র ৪.১৬ : ল্যাকটিক এসিডের দর্পণ প্রতিবিম্ব দুটি কনফিগারেশন

যৌগের আলোক সক্রিয়তা বুঝতে 'এক সমতলীয় আলো' সম্বন্ধে জ্ঞান থাকা দরকার। তা নিম্নে আলোচনা করা হল :

(খ) 'এক-সমতলীয় আলো' ও আলোক সক্রিয়তা : সাধারণ দৃশ্যমান আলো হল কতগুলো তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গমালা; এ তরঙ্গমালার বিভিন্ন তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 380 - 700 nm এর মধ্যে থাকে ($1\text{nm} = 1 \times 10^{-9}\text{m}$)। আলোর ধর্ম হল আলো সরলরেখায় গমন করে এবং সরলরেখিক গতিপথের অসংখ্য তলের সঙ্গে লম্বভাবে স্পন্দিত হয়ে থাকে।

একবর্ণী আলো : একটি মাত্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক রশ্মিকে 'একবর্ণী আলো' (mono-chromatic light) বলে। 'একবর্ণী আলো' বিশেষ আলোক উৎস থেকে পাওয়া যায় যেমন, সোডিয়াম ল্যাম্প (sodium lamp) থেকে একবর্ণী আলো নির্গত হয় এবং এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য হল 589.3 nm । একবর্ণী আলোও সাধারণ আলোর মতই সরলরৈখিক গতিপথে অসংখ্য সমতলে লম্বভাবে স্পন্দিত হয়ে থাকে।

আবার, অসংখ্য সমতলে লম্বভাবে স্পন্দিত একবর্ণী আলোক রশ্মিকে উপযুক্ত ছাঁকনি বা ফিল্টার এর ভেতর দিয়ে প্রতিসরিত হতে দিলে শুধুমাত্র এক সমতলে লম্বভাবে স্পন্দিত আলোক রশ্মি বের হয়ে আসে। এরূপ এক সমতলে স্পন্দিত আলোকে 'এক সমতলীয় আলো' (plane-polarised light) বলে। নিকল প্রিজম-এর মধ্য দিয়ে একবর্ণী সোডিয়াম আলো প্রতিসরণের পর এক সমতলীয় আলো পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে নিকল প্রিজম আলোর ফিল্টাররূপে কাজ করে। এরূপে একবর্ণী আলোর অসংখ্য সমতল থেকে এক সমতলীয় আলোর ছাঁকন প্রণালীকে পোলারাইজেশন (polarisation) বলে।



একবর্ণী আলোর সজাব্য সব তলে স্পন্দন।

নিকল প্রিজম (২টি)

এক সমতলে স্পন্দিত আলো।
[এক সমতলীয় আলো]

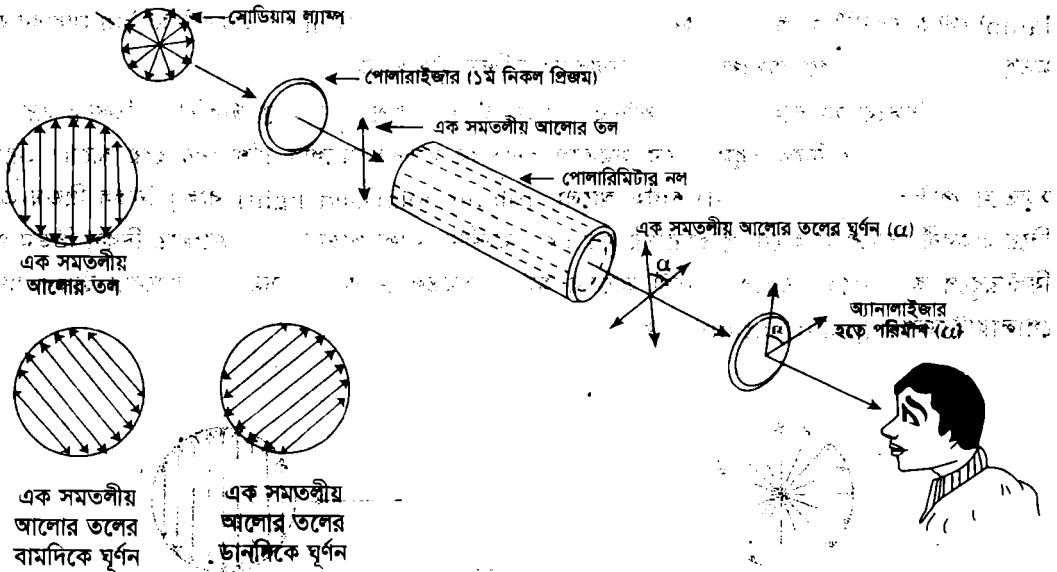
চিত্র ৪.১৭ : একবর্ণী আলোর বিভিন্ন তল, নিকল প্রিজম ও এক সমতলীয় আলো।

'নিকল প্রিজম' ক্যালসাইট (CaCO_3 পাথর) নামক এক বিশেষ খনিজ পদার্থ থেকে প্রস্তুত করা হয়। নিকল প্রিজম বিভিন্ন তলে আলোর স্পন্দনকে ছাঁকন করে এক সমতলীয় আলোতে পরিণত করার কাজে ব্যবহৃত হয়। নিকল প্রিজম ও এক সমতলীয় আলোর বৈশিষ্ট্য হল : (ক) এক সমতলীয় আলো সমান্তরাল দুটি নিকল প্রিজমের মধ্য দিয়ে চলতে পারে। (খ) কিন্তু নিকল প্রিজম দুটি লম্বভাবে থাকলে, আলো প্রথম প্রিজমের ভেতর দিয়ে বের হয়ে আর দ্বিতীয় প্রিজমের ভেতর দিয়ে পূর্বের সরল পথে আসতে পারে না। ফলে আলোর পূর্বের সরল পথটি অস্বচ্ছ হয়ে থাকে। (গ) দুই সমান্তরাল নিকল প্রিজমের বিন্যাসের প্রথম প্রিজমের ভেতর দিয়ে এক সমতলীয় আলো আসার পর কোন কারণে, যেমন, বিশেষ কোন জৈব যৌগের দ্রবণের ভেতর দিয়ে চলার পথে, ঐ এক সমতলীয় আলোর পথ ধীরে ধীরে কৌণিক ঘূর্ণনে দিক পরিবর্তন করলে, তখনও দ্বিতীয় সমান্তরাল প্রিজমের ভেতর দিয়ে পূর্বের পথে আলো প্রতিসরিত হতে পারে না। ফলে পূর্বের আলোর সরল পথটি ধীরে ধীরে অস্বচ্ছ হয়ে ওঠে। এক্ষেত্রে জৈব যৌগের দ্রবণটি এক সমতলীয় আলোর পথকে পরিবর্তন করেছে।

যে সব যৌগ এক সমতলীয় আলোর তলকে কৌণিক ঘূর্ণনে পরিবর্তন করে, এদেরকে আলোক সক্রিয় যৌগ বলে এবং এসব যৌগের এক সমতলীয় আলোর তল ঘুরাবার ধর্মকে আলোক সক্রিয়তা বলে।

কোন যৌগের আলোক সক্রিয়তা যে যন্ত্রের সাহায্যে শনাক্তকরণ ও পরিমাপ করা হয়, ঐ যন্ত্রকে 'পোলারিমিটার' বলা হয়। পোলারিমিটার যন্ত্রটি হল একটি একবর্ণী আলোর উৎস (সোডিয়াম ল্যাম্প) ও পোলারাইজার নামক প্রথম লেন্স, পোলারিমিটার নল ও অ্যানালাইজার (analyser) নামক দ্বিতীয় লেন্স সমন্বয়ে গঠিত। পোলারাইজার ও অ্যানালাইজার লেন্স দুটি নিকল প্রিজম দ্বারা গঠিত। সোডিয়াম ল্যাম্পের সামনে পোলারাইজার থাকে, পোলারাইজার ও অ্যানালাইজারের মাঝখানে 'আলোক সক্রিয়' যৌগের দ্রবণ রাখার জন্য 'পোলারিমিটার নল' এবং শেষ প্রান্তের

অ্যানালাইজার নিকল প্রিজমটি একটি স্ট্যাণ্ডের সাথে আটকানো থাকে। পোলারাইজার স্থির থাকে; অ্যানালাইজারকে সূচকতলের ওপর ঘুরানো যায়।



চিত্র ৪.১৮ : পোলারিমিটার-এর রেখাচিত্র।

(গ) দক্ষিণাবর্ত ও বামাবর্ত যৌগ : পোলারিমিটারের অ্যানালাইজার সূচকটিকে 0° তে রেখে এবং পরীক্ষাধীন যৌগের দ্রবণ পোলারিমিটার নলে রেখে দেখলে তখনও আলো চোখে আসে। এই অবস্থায় পনের মিনিট পর পর অ্যানালাইজারের মধ্য দিয়ে চার-পাঁচ বার দেখা হয়— যদি অ্যানালাইজার না ঘুরিয়ে পূর্বের মতই আলোর উজ্জ্বলতা দৃষ্ট হয়, তবে পরীক্ষাধীন যৌগটি আলোক সক্রিয় নয়। আর যদি আলোকের উজ্জ্বলতা কমে যায় এবং অ্যানালাইজারকে বাম দিকে বা ডান দিকে নির্দিষ্ট পরিমাণ কোণে (∞) ঘুরিয়ে পূর্বের মতই আলোর উজ্জ্বলতা পাওয়া যায়, তবে পরীক্ষাধীন যৌগটি আলোক-সক্রিয় এবং অ্যানালাইজারের ঘূর্ণন ডান দিকে হলে, ঐ যৌগকে ‘দক্ষিণাবর্ত’ (+, d) যৌগ (বা ডেক্সট্রো-রোটেরি dextro-rotatory) এবং ঘূর্ণন বামদিকে হলে ঐ যৌগকে ‘বামাবর্ত’ (-, l) যৌগ (বা লেভো-রোটেরি laevo-rotatory) বলা হয়।

কিছু মৌলিক আলোক-সক্রিয়তাকে তুলনা করার জন্য ‘আপেক্ষিক ঘূর্ণন বা আপেক্ষিক আবর্তন’ (specific rotation) ব্যবহৃত হয় এবং আপেক্ষিক আবর্তনের সংজ্ঞা নিচে দেয়া হল :

(ঘ) আপেক্ষিক আবর্তন : ‘পোলারিমিটার নলে’ রক্ষিত আলোক সক্রিয় যৌগের প্রতি ঘন সেন্টিমিটার দ্রবণে এক গ্রাম ‘ঘনমাত্রা’ থাকলে এবং ঐ দ্রবণের ভেতর দিয়ে ‘এক-সমতলীয় আলো’ এক ডেসিমিটার দৈর্ঘ্য প্রতিসরিত হওয়ার কালে যে পরিমাণ ঘূর্ণন দৃষ্ট হয়, ঐ পরিমাণ ঘূর্ণনকে ঐ যৌগের আপেক্ষিক আবর্তন বলে।

কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় (t°) কোন আলোক সক্রিয় যৌগের ‘c’- ঘনমাত্রার দ্রবণের দৈর্ঘ্য ‘l’ ডেসিমিটারের মধ্য দিয়ে D-তরঙ্গের একবর্ণী সোডিয়াম আলোর প্রতিসরণ কালে ঐ যৌগ দ্বারা ‘এক সমতলীয় আলোর’ তলের ঘূর্ণনের পরিমাণ ‘a’ হলে, তখন ঐ যৌগের আপেক্ষিক আবর্তন, $[\alpha]$ কে নিম্নরূপে প্রকাশ করা হয় :

$$[\alpha]_D = \frac{a}{l \times c}; \text{ অর্থাৎ আপেক্ষিক আবর্তন} = \frac{\text{পরিলক্ষিত আবর্তন (ডিগ্রিতে)}}{\text{দ্রবণটির দৈর্ঘ্য (d.m) x বস্তুর ঘনমাত্রা (gm/mL)}}$$

যেমন, জলীয় দ্রবণে, 20°C এ চিনির আপেক্ষিক আবর্তন হল $+66.5^\circ$ । তা নিম্ন রূপে প্রকাশ করা হয়।

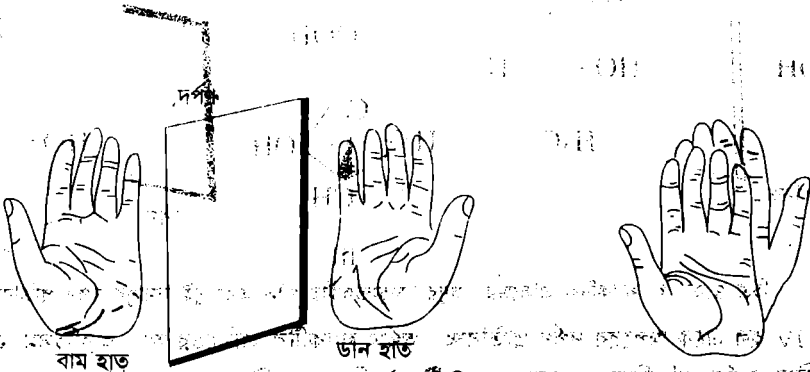
$$[\alpha]_D^{20} = +66.5^\circ \text{ [পানিতে]}$$

অর্থাৎ 20°C তাপমাত্রায়, D-তরঙ্গের দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একবর্ণী সোডিয়াম আলোতে চিনি বা সুক্রোজ এর আপেক্ষিক আবর্তন জলীয় দ্রবণে দক্ষিণাবর্ত এবং এর মান হল 66.5° ।

৪.২৪ আলোক সক্রিয়তার ব্যাখ্যা

Explanation of optical activity

(ক) অপ্রতিসম কার্বন ও দর্পণ প্রতিবিম্ব : 'ত্রিমাত্রিক চতুষ্তলকীয় কার্বন মতবাদ' অনুসারে, কার্বনের সুখম চতুষ্তলক কাঠামোর চারটি কোণায় চারটি ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে, তখন কার্বন পরমাণুটির চারদিকে যুক্ত চারটি মূলক বা পরমাণুর দু'টি ভিন্ন স্থানিক বিন্যাস বা কনফিগারেশন (configuration) সম্ভব। এই বিন্যাসদ্বয় আমাদের বাম হাত ও ডান হাতের বিন্যাস-গঠনের মত অর্থাৎ বাম হাত ও ডান হাতের আঙ্গুলগুলো পরস্পরের উপরিস্থাপনীয় হয় না অর্থাৎ অসমাপতিত হয়। কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত ভিন্ন পরমাণু বা মূলক চারটি



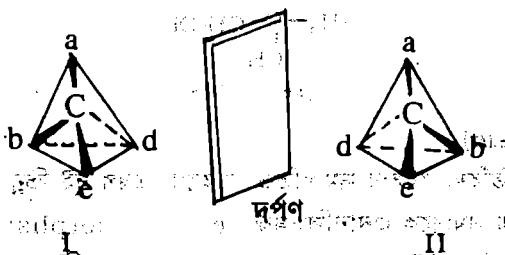
বাম হাতের দর্পণ প্রতিবিম্ব

হাতদ্বয় অসমাপতিত

চিত্র ৪.১৯ : ডান হাত বাম হাতের দর্পণ প্রতিবিম্ব এবং হাতদ্বয় অসমাপতিত।

যদি a, b, d, e হয়, তবে যৌগটির অণু হবে Cabde এবং এর দুটি ভিন্ন গঠন পাওয়া যায়। এই গঠনদ্বয়ের একটির 'গঠন কাঠামো' অপরটির ওপর সমাপতিত হয় না; বরঞ্চ ডান হাত ও বাম হাতের মতই একটির গঠন অপর গঠনের 'দর্পণ প্রতিবিম্ব' (mirror image) হয়। চিত্রের I ও II হল যৌগ অণু Cabde এর 'দর্পণ প্রতিবিম্ব'।

অপ্রতিসম কার্বন বা কাইরাল কেন্দ্র : একই কার্বন পরমাণুতে চারটি ভিন্ন পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে এ



চিত্র ৪.২০ : Cabde অণুর চতুষ্তলকীয় গঠন ও এর দর্পণ প্রতিবিম্ব।

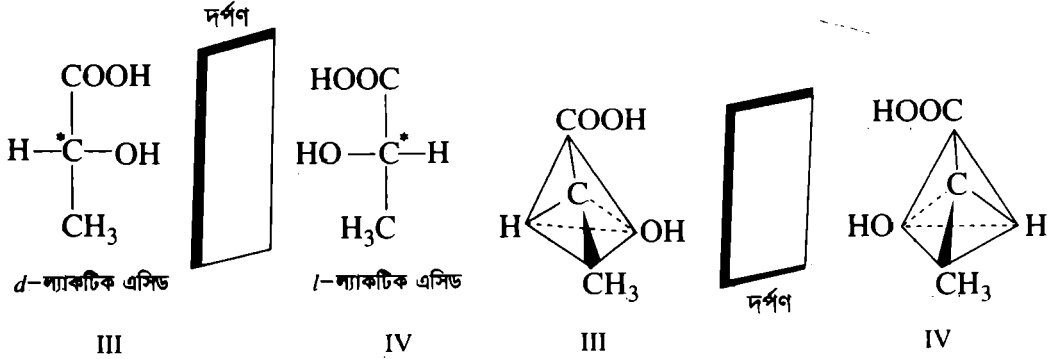
কার্বন পরমাণুর সাপেক্ষে অণুটি অপ্রতিসম হয়ে থাকে; তাই এ যৌগ অণুকে অপ্রতিসম যৌগ এবং এ কার্বনকে 'অপ্রতিসম কার্বন' (asymmetrical carbon) বলে যদিও বাস্তবে অপ্রতিসম পৃথক কার্বন পরমাণু বস্তুতে কিছু নেই। অপ্রতিসম কার্বনকে যৌগের গাঠনিক সংকেতে তারকা (*) চিহ্ন দ্বারা দেখানো

হয়। অপ্রতিসম যৌগকে 'কাইরাল যৌগ' (Chiral compound. এখানে Chiral-এর উচ্চারণ Kiyral = handed) এবং অপ্রতিসম কার্বনকে 'কাইরাল-কেন্দ্র' (chiral centre)-ও বলা হয়। অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্রবিগ্নিত কোন জৈব যৌগের একাধিক ত্রিমাত্রিক গঠন কাঠামো পরস্পর দর্পণ প্রতিবিম্ব হলে, তখন এ ভিন্ন গঠনের সমাণুগুলো আলোক সক্রিয় হয়ে থাকে। নিচে উদাহরণসহ তা ব্যাখ্যা করা হল :

৪.২৫ একক অপ্রতিসম কার্বনবিশিষ্ট জৈব যৌগের আলোক সক্রিয়তা

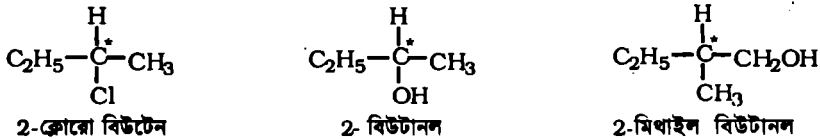
Optical activity of organic compounds containing one asymmetric C atom

ল্যাকটিক এসিড অণুতে একটি অপ্রতিসম কার্বন আছে এবং একে তারকা চিহ্নিত (*) করে দেখানো হয়েছে। সর্কট ল্যাকটিক এসিড অণুটি অপ্রতিসম এবং এর দুটি ভিন্ন ত্রিমাত্রিক গঠন সম্ভব। দুটি সমাণুর একটির ত্রিমাত্রিক গঠন অপর গঠনের ওপর সমাপতিত হবে না; কিন্তু ত্রিমাত্রিক গঠন দুটি পরস্পর পরস্পরের 'দর্শন প্রতিবিম্ব' হয়ে থাকে। এরূপ কোন অণুর এক একটি নির্দিষ্ট স্থানিক বিন্যাস বা ত্রিমাত্রিক সজ্জাকে কনফিগারেশন বলা হয়। নিচে ল্যাকটিক এসিডের আণবিক স্থানিক বিন্যাস এবং এদের 'দর্শন প্রতিবিম্ব' দেখানো হল :



চিত্র ৪.২১ : ল্যাকটিক এসিডের অণুর চতুষ্তলকীয় গঠন এবং দুই সমাণুর দর্শন প্রতিবিম্ব।

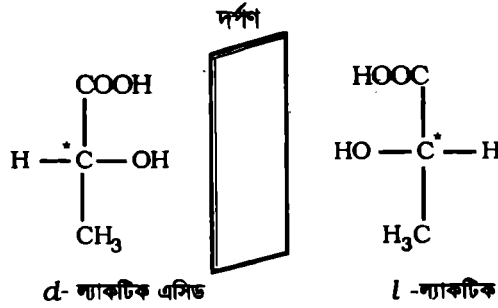
চিত্রে III ও IV হল একে অপরের দর্শন প্রতিবিম্ব। অর্থাৎ ল্যাকটিক এসিডের অণু অপ্রতিসম এবং দুটি গঠন পরস্পর অসমাপতিত দর্শন প্রতিবিম্ব। সুতরাং ল্যাকটিক এসিডের দুটি আলোক সক্রিয় সমাণু থাকা সম্ভব। প্রকৃতপক্ষে, ল্যাকটিক এসিডের দুটি আলোক সক্রিয় সমাণু আছে; এদের একটি সমাণু এক-সমতলীয় আলোর তলকে ডানদিকে ঘুরায় বলে একে দক্ষিণাবর্ত (+) বা d-ল্যাকটিক এসিড বলে এবং অপর সমাণুটি এক-সমতলীয় আলোর তলকে বামদিকে ঘুরায় বলে ওটাকে বামাবর্ত (-) বা l-ল্যাকটিক এসিড বলা হয়। d-ল্যাকটিক এসিড ও l-ল্যাকটিক এসিড দ্বারা এক-সমতলীয় আলোর তলের ঘূর্ণন দিক বিপরীত হলেও ঘূর্ণন মাত্রা কিন্তু সমান এবং তাহা যথাক্রমে $+2.24^\circ$ ও -2.24° । ল্যাকটিক এসিডের মত একটি অপ্রতিসম কার্বন সংবলিত ও আলোক সক্রিয় আরো কয়েকটি যৌগের গাঠনিক সংকেত নিচে দেয়া হল। [অপ্রতিসম কার্বনকে তারকা (*) চিহ্নিত করা হল।]



৪.২৬ এনানসিওমারিজম (Enantiomerism)

অপ্রতিসম কার্বন সংবলিত কোন যৌগ অণু ও এর দর্শন প্রতিবিম্ব পরস্পর সমাপতিত না হলে, এরূপ দুই ভিন্ন গঠনের অণু আলোক সক্রিয় হয়। তখন এরূপ দুই আলোক সক্রিয় সমাণুকে এনানসিওমর্ক (enantiomorphs) বা এনানসিওমার (enantiomers) বলা হয়। এদেরকে অ্যান্টিপড (antipodes) বা অ্যান্টিমার (antimers)-ও বলা হয়। এ প্রকার আলোক সক্রিয়তাকে এনানসিওমারিজম বলা হয়।

দুটি এনানসিওমার সমাণুর ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্ম একই; এমনকি আলোক সক্রিয়তা মাত্রায়ও সমান আবর্তন প্রদর্শন করে; কিন্তু কেবলমাত্র আবর্তনের দিক ভিন্ন হয়। আলোক সক্রিয়তায় একটি হয় দক্ষিণাবর্ত (d) এবং অপরটি হয় বামাবর্ত (l)। যেমন, d ল্যাকটিক এসিড ও l ল্যাকটিক এসিড হল পরস্পরের দুটি এনানসিওমার। এদের দর্শন প্রতিবিম্ব দেখানো হল :



চিত্র ৪.২২ : d- ল্যাকটিক এসিড ও l- ল্যাকটিক এসিডের দর্পণ প্রতিবিম্ব।

d ল্যাকটিক এসিডের আপেক্ষিক আবর্তন হল +2.24 (উষ্ণতা 25°C) এবং l ল্যাকটিক এসিডের আপেক্ষিক আবর্তন হল -2.24 (উষ্ণতা 25°C)। অর্থাৎ উভয় ক্ষেত্রে আবর্তন মাত্রা সমান; কিন্তু আবর্তনের দিক বিপরীত মাত্র।

৪.২৭ রেসিমিক মিশ্রণ (Racemic mixture)

দুটি এনানসিওমার যেমন, d ল্যাকটিক এসিড ও l ল্যাকটিক এসিড উভয়েই এক সমতলীয় আলোর তলকে সমান কৌণিক পরিমাণে বিপরীত দিকে ঘুরায়; তাই d সমাগু ও l সমাগুর সমপরিমাণ মিশ্রণ পরস্পরের বিপরীত ঘূর্ণন ক্রিয়াকে বিনষ্ট করে থাকে। ফলে d ও l সমাগুর এই সমতুল মিশ্রণ আলোক নিষ্ক্রিয় হয়; দুটি এনানসিওমারের এরূপ সমতুল মিশ্রণকে রেসিমিক মিশ্রণ বা dl মিশ্রণ বা (±) মিশ্রণ বলে এবং প্রক্রিয়াটিকে রেসিমিকরণ (racemisation) বলে। রেসিমিক মিশ্রণকে রেসেম-অ্যাটস (racemates, উচ্চারণ rassem-ates) বলা হয়। যেমন, d ল্যাকটিক ও l ল্যাকটিক এসিড উভয়েই আলোক সক্রিয় এবং এদের আপেক্ষিক আবর্তন হল যথাক্রমে +2.24° এবং -2.24° (উষ্ণতা 25°C.); কিন্তু dl ল্যাকটিক এসিড আলোক নিষ্ক্রিয় হয়।



পরীক্ষাগারে dl ল্যাকটিক এসিড সংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় তৈরি করা যায়। অপরদিকে d ল্যাকটিক এসিড মাসেপেদী থেকে পাওয়া যায় এবং l ল্যাকটিক এসিড টক দধি থেকে পৃথক করা হয়। রেসিমিক মিশ্রণের উপাদান d সমাগু ও l সমাগুকে পৃথক করা সম্ভব এবং রেসিমিক মিশ্রণকে পৃথকীকরণের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য পদ্ধতি আছে। (এ সব পৃথকীকরণ পদ্ধতি স্নাতক শ্রেণীর পাঠ্যপুস্তকে আলোচিত)।

সমাগুতা

গাঠনিক সমাগুতা					স্টেরিও সমাগুতা	
<p>চেইন সমাগুতা উদাহরণ : CH₃CH₂CH₂CH₃ বিউটেন এবং CH₃-CH-CH₃ | CH₃ 2- মিথাইল প্রোপেন</p>	<p>অবস্থান সমাগুতা উদাহরণ : CH₃CH₂CH₂OH প্রোপানল-1 এবং CH₃-CH-CH₃ | OH প্রোপানল-2</p>	<p>কার্বকরী মূলক সমাগুতা উদাহরণ : CH₃CH₂OH ইথানল এবং CH₃OCH₃ ডাইমিথাইল ইথার</p>	<p>মোটামারিঅম উদাহরণ : C₁₇H₃₅O-C₃H₇ ইথাইল মিথাইল ইথার এবং C₁₇H₃₅O-C₂H₅ ডাইইথাইল ইথার</p>	<p>টটোমারিঅম উদাহরণ : অ্যাসিটো অ্যাসিটিক এস্টারের কিটো ও ইনল গঠন</p>	<p>সিস-ট্রান সমাগুতা উদাহরণ : সিস বিউটিন-২ এবং ট্রান বিউটিন-২</p>	<p>আলোক সমাগুতা উদাহরণ : d- ল্যাকটিক এসিড l- ল্যাকটিক এসিড</p>

চিত্র ৪.২৩ : সমাগুতার শ্রেণীবিভাগ

৪র্থ অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। জৈব যৌগ বলতে হাইড্রোকার্বন ও হাইড্রোকার্বন থেকে উদ্ভূত যৌগসমূহকে বোঝানো হয়। জৈব যৌগে কার্বনের যোজ্যতা সব ক্ষেত্রে ৪। অসংখ্য কার্বন পরমাণু নিজেদের মধ্যে পরস্পর যুক্ত হয়ে দীর্ঘ কার্বন শিকল ও বলয় গঠন করার ধর্মকে কার্বনের ক্যাটেনেশন বলা হয়। ক্যাটেনেশনের জন্য কার্বন ও হাইড্রোজেন এ দুটি মৌল মিলে হাইড্রোকার্বন নামক অসংখ্য জৈব যৌগ গঠন করে।

২। কার্বনের চতুস্তলকীয় ধারণায় জানা যায়, দুটি কার্বন পরমাণুর দুটি সমচতুস্তলকের এক একটি শীর্ষ দ্বারা পরস্পর যুক্ত হয়ে (C - C) একক বন্ধন সৃষ্টি করে। এ অবস্থায় ইথেন জুগুর দুটি অংশ এ একক বন্ধন বরাবর সহজে আবর্তন করতে পারে। যুগুনে কেবল সাধা সাধারণ কিন্তু কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন গঠনের বেলায় দুটি সমচতুস্তলকের প্রত্যেকের দুটি করে শীর্ষবিন্দু সংযুক্ত হয়ে অর্থাৎ দুটি চতুস্তলকের একটি সাধারণ শীর্ষ দ্বারা দুই কার্বন পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়। ফলে এ দুটি কার্বন পরমাণু কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বরাবর আবর্তন করতে পারে না। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের বেলায় দুটি সমচতুস্তলক পরস্পর এদের তিনটি শীর্ষবিন্দু দ্বারা অর্থাৎ একটি সমচতুস্তলকের এক ভুলে সাধে অন্য সমচতুস্তলকের একটি তল সমাপত্তিত হয়। তখন এ দুটি কার্বন পরমাণু কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বরাবর আবর্তন করতে পারে না।

৩। অরবিটাল মতবাদ অনুসারে, দুটি পরমাণুর ইলেকটন অরবিটালের মুখোমুখি অভিলেপনের ফলে উৎপন্ন সমযোজী বন্ধনকে সিগমা (σ) বন্ধন বলে। আবার দুটি পরমাণুর ইলেকটন অরবিটালের পার্শ্বাংশ আংশিক অভিলেপনের ফলে দুর্বল পাই (π) বন্ধন গঠিত হয়। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন অথবা ত্রিবন্ধনের বেলায় পাই (π) বন্ধন ঘটে। সিগমা বন্ধনের বেলায় দুই কার্বন পরমাণুর সিগমা বন্ধনের অক্ষরেখার চারদিকে এ পরমাণু দুটি স্বাধীনভাবে ঘুরতে পারে; কিন্তু পাই (π) বন্ধনের বেলায়, অক্ষরেখা বরাবর এ কার্বন পরমাণু দুটি ঘুরতে পারে না। ফলে অন্যান্য সমস্ত পরমাণুর স্থানিক বিন্যাসে তিনুতা হয় এবং জ্যামিতিক সমাপত্তা দেখা দেয়।

৪। কার্বনের যোজ্যতা ইলেকটন হল $2s^2 2p^2$ রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় কার্বন পরমাণুর ইলেকটনগুলো শক্তি শোষণ করে উদ্দীপিত অবস্থায় থাকে। তখন কার্বনের ইলেকটন কনফিগারেশন হয় $2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ তারপর এই প্রায় সমশক্তির চারটি অরবিটাল শক্তি বিনিময় করে সমশক্তির চারটি সংকর অরবিটাল গঠন করে, একে অরবিটাল সংকরণ বলে। অরবিটাল সংকরণ তিন ধরনের হয়, যেমন, sp^3 , sp^2 , sp সংকরণ। sp^3 সংকরণ থেকে কার্বন-কার্বন একক বন্ধন, sp^2 সংকরণ থেকে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ও sp সংকরণ থেকে কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন গঠিত হয়।

৫। জৈব যৌগের কার্বন শিকলের তিনুতার কারণে এদের মুক্ত শিকল ও বন্ধ শিকল জৈব যৌগ বলা যায়। মুক্ত শিকল যৌগ অ্যারিফেটিক এবং বন্ধ শিকল যৌগসমূহকে অ্যারোমেটিক ও অ্যালিসাইক্লিক এ দুভাগে বিভক্ত করা যায়। অ্যারোমেটিক যৌগ বলতে বেনজিন ও এর জাতকসমূহকে এবং বেনজিনের ধর্ম সদৃশ যৌগগুলোকে বোঝায়।

৬। জৈব যৌগের অণুতে একটি মূলক বা একটি বিশেষ পরমাণুর ওপর যৌগের রাসায়নিক ধর্ম বেশির ভাগ নির্ভর করে। তাকে জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক বলে। অ্যালকোহলের কার্যকরী মূলক হল হাইড্রক্সিল মূলক ($-OH$), জৈব এসিডের কার্যকরী মূলক হল কার্বক্সিল মূলক ($-COOH$)। আবার একই রাসায়নিক ধর্মবিশিষ্ট জৈব যৌগগুলোকে এক একটি শ্রেণিতে সারিবদ্ধ করা যায়, তাদের একত্রে এক একটি সমগোত্রীয় শ্রেণী বলে। জৈব রসায়ন অধ্যয়ন করতে গেলে সমগোত্রীয় শ্রেণীভিত্তিক কার্যকরী মূলকের রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্বন্ধে অধ্যয়ন করতে হয়।

৭। জৈব যৌগের নামকরণের আধুনিক নিয়ম হল জেনেতা বা IUPAC পদ্ধতি। জেনেতা পদ্ধতিতে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকেন, দ্বিবন্ধনযুক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন, ত্রিবন্ধনযুক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকাইন বলে। কার্বন শিকলে -OH মূলক যুক্ত থাকলে অ্যালকানল, -CHO মূলকযুক্ত থাকলে অ্যালকান্যাল, -COOH মূলক থাকলে অ্যালকানোয়িক এসিড বলে।

৮। দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যবর্তী সমযোজী বন্ধনের সুস্থ ভাঙনের ফলে মুক্ত মূলক বা ফ্রি-রেডিক্যাল উৎপন্ন হয় এবং অসম ভাঙনের ফলে ধনাত্মক কার্বোনিয়াম আয়ন ও ঋণাত্মক কার্বানায়ন উৎপন্ন হয়। মূল জৈব যৌগকে সাবস্ট্রেট এবং অপরটিকে আক্রমণকারী বিকারক বলে। আক্রমণকারী বিকারক অবস্থাভেদে ফ্রি-রেডিক্যাল, কার্বোনিয়াম আয়ন বা কার্বানায়ন হতে পারে। আক্রমণকারী বিকারক ইলেকটন আকর্ষী বা ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিয়াস আকর্ষী বা নিউক্লিওফাইল হতে পারে। ইলেকট্রোফাইল হল ধনাত্মক বিদ্যুৎ-চার্জযুক্ত সত্তা (যেমন, কার্বোনিয়াম আয়ন)। নিউক্লিওফাইল হল ঋণাত্মক বিদ্যুৎ-চার্জযুক্ত সত্তা (যেমন, কার্বানায়ন)।

৯। কোন জৈব অণুর কার্বন শিকলে বা বলয়ে ইলেকট্রনের ঘনত্ব কোন স্থানে কম বা বেশি হয়ে থাকলে তখন আক্রমণকারী বিকারক যথাক্রমে নিউক্লিওফাইল ও ইলেকট্রোফাইল ঐ স্থানে আক্রমণের ক্ষেত্র পেয়ে যায়। ফলে পুরাতন-সমযোজী বন্ধন ভেঙে গিয়ে নতুন বন্ধন সৃষ্টি হয়।

১০। যে সব যৌগের আণবিক সংকেত একই থাকে, কিন্তু গাঠনিক সংকেতের ভিন্নতার কারণে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়, সে সব যৌগকে সমাণু ও এরূপ বিষয়টিকে সমাণুতা বলা হয়। জৈব যৌগের সংখ্যাধিক্যের জন্য সমাণুতা একটি কারণ, এ ছাড়া কার্বনের ক্যাটেনেশন ও জৈব যৌগের পরিমার গঠন উল্লেখযোগ্য বিষয়।

১১। আবার কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের ঘূর্ণন প্রতিবন্ধকতার কারণে জ্যামিতিক সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। এক বিশেষ ধরনের সমাণুতা হল জৈব যৌগের আলোক সমাণুতা। কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট জৈব অণুর বেলায় আলোক সমাণুতা ঘটে। একটি কার্বন পরমাণুর চারদিক থেকে চারটি ভিন্ন মূলক বা ভিন্ন পরমাণু যুক্ত থাকলে ঐ কার্বন পরমাণুটির সাপেক্ষে যৌগটির অণু অপ্রতিসম হয়ে থাকে। তাই ঐ যৌগ অণুকে অপ্রতিসম যৌগ অণু এবং ঐ কার্বনকে অপ্রতিসম কার্বন বা কাইরাল কেন্দ্র (Chiral centre, chiral-এর উচ্চারণ Kiyral) বলে। ল্যাকটিক এসিডের অণুতে একটি অপ্রতিসম কার্বন বা কাইরাল কেন্দ্র থাকায়, ল্যাকটিক এসিড একটি আলোক সক্রিয় যৌগ। অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট জৈব যৌগ একসমতলীয় আলোক তরকে কৌণিক ঘূর্ণনের পরিবর্তন করে বলে এদেরকে আলোক সক্রিয় যৌগ বলে এবং এ সব যৌগের এরূপ ধর্মকে আলোক সক্রিয়তা বলা হয়।

অনুশীলনী-৪ ৪ প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : সাধারণ রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। জৈব যৌগ কাকে বলে? জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের পাঁচটি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ পার্থক্য লেখ।
[ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৮; ঝ. বো. ২০১১; ঞা. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]
- ২। (ক) সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধন কাকে বলে? সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধনের গঠন উদাহরণসহ আলোচনা কর। [য. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০০৯]
(খ) সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধন মূলত সমযোজী বন্ধন— ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৭]
(গ) সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধনের পার্থক্যসমূহ লেখ। [ফু. বো. ২০১০]
- ৩। (ক) অরবিটাল সংকরীকরণ কী? কার্বনের sp^3 সংকরণ অরবিটালের ত্রিমাত্রিক গঠন বর্ণনা কর।
[ঢা. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০০৯]
(খ) কার্বন পরমাণুর sp^3 সংকরণ দ্বারা মিথেন অণুর গঠন চিত্রসহ সংক্ষেপে লেখ।
- ৪। অরবিটাল সংকরণ কী? ইথিলিন বা ইথিন অণুতে sp^2 সংকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [ঢা. বো. ২০০৮;
চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১; ঘ. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]

- ৫। (ক) অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন অণুতে sp সংকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।
 (খ) ইথিন ও ইথাইনের অরবিটাল চিত্র অঙ্কন কর। [রা. বো. ২০১০]
 (গ) ইথিন ও ইথাইনের কার্বন পরমাণুর সংকরীকরণের মধ্যে পার্থক্য দেখাও।
- ৬। (ক) জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ লেখ।
 (খ) চাক্রিক বা বন্ধ শিকল জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ লেখ।
- ৭। (ক) কার্বকরী মূলক কাকে বলে? [তা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
 (খ) নিম্নোক্ত যৌগ শ্রেণীর কার্বকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত ও নাম লেখ :
 (১) অ্যালকিন,
 (২) অ্যালকাইন,
 (৩) 1° অ্যালকোহল,
 (৪) 2° অ্যালকোহল, [তা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৮]
 (৫) 3° অ্যালকোহল, [তা. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০, দি. বো. ২০১০]
 (৬) অ্যালডিহাইড, [তা. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৮; তা. বো. ২০০৭; কু. বো. ২০১১]
 (৭) কিটোন,
 (৮) কার্বক্সিলিক এসিড, [কু. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৯]
 (৯) এসিড অ্যামাইড, [তা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৮, ২০১০; দি. বো. ২০১০]
 (১০) এসিড অ্যানহাইড্রাইড, [তা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৭; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৮]
 (১১) এসিড ক্লোরাইড,
 (১২) এস্টার, [তা. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
 (১৩) ইথার, [কু. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১০]
 (১৪) নাইট্রাইল বা সায়ানাইড, [কু. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৮]
 (১৫) সালফোনিক এসিড। [চ. বো. ২০০৭]
 (১৬) 1°-অ্যামিনো মূলক [য. বো. ২০০৯]
- ৮। (ক) সমগোত্রীয় শ্রেণী বলতে কী বুঝ? এ শ্রেণীর ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ। [সি. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০০৯]
 (খ) সমগোত্রীয় শ্রেণী কী? প্রোপেনকে মিথেনের সমগোত্রক বলা হয় কেন?
 (গ) সমগোত্রীয় শ্রেণী কী? অ্যালকাইন ও ইথার শ্রেণীর একটি করে যৌগের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
 (ঘ) জৈব যৌগের গুরুত্ব বা জৈব রসায়নের অবদান আলোচনা কর।
- ৯। (ক) জৈব বিক্রিয়া ও অজৈব বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য কী? জৈব যুত বিক্রিয়া ও অপসারণ বিক্রিয়া উদাহরণসহ লেখ।
 (খ) জৈব প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার সংজ্ঞা উদাহরণসহ লেখ।
 (গ) সমাণুকরণ বা পুনর্বিन্যাস বিক্রিয়া উদাহরণসহ লেখ। [কু. বো. ২০১০]
- ১০। (ক) কার্বোনিয়াম আয়ন বলতে কী বুঝ? কার্বোনিয়াম আয়নের স্থায়িত্ব সম্বন্ধে আলোচনা কর। [সি. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০০৯]
 (খ) কার্বানায়ন বলতে কী বুঝ? কার্বানায়নের স্থায়িত্ব সম্বন্ধে আলোচনা কর। [সি. বো. ২০০৭]

- ১১। (ক) সমাণুতা কাকে বলে? জৈব যৌগে বিভিন্ন প্রকার গাঠনিক সমাণুতা সংক্ষেপে লেখ। [ঢা. বো. ২০০৯]
- (খ) স্টেরিও সমাণুতা কী? -ব্যাখ্যা কর।
- ১২। (ক) জ্যামিতিক সমাণুতা কাকে বলে? এর শর্তগুলো লেখ। [চ. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১০]
- অথবা, সিস্-ট্রান বা জ্যামিতিক সমাণুতা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- (খ) জ্যামিতিক সমাণুতার আধুনিক অরবিটাল মতবাদ আলোচনা কর।
- ১৩। (ক) আলোক সক্রিয় যৌগ বলতে কী বোঝায়? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা দাও। [চ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৭]
- (খ) অপ্রতিসম কার্বন কাকে বলে? একটি অপ্রতিসম কার্বনবিশিষ্ট যৌগের আলোক সক্রিয়তা আলোচনা কর।
- (গ) কাইরাল কেন্দ্র কী? কোন যৌগের আলোক সমাণুতা প্রদর্শনের তিনটি শর্ত লেখ। [ঢা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৯]
- (ঘ) কাইরাল কেন্দ্র ও কাইরাল যৌগ কী? উদাহরণ দাও। [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]

খ-বিভাগ : সহশিক্ষিত উত্তরমূলক প্রশ্ন

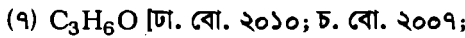
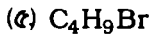
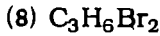
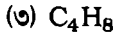
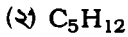
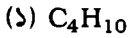
(১) টীকা লেখ :

- ১। সমগোত্রীয় শ্রেণী [৪.১১] [য. বো. ২০০৭]
- ২। জৈব যৌগের কার্বন-কার্বন বন্ধন বিভাজন [৪.১৬]
- ৩। ফ্রি-রেডিকেল বা মুক্ত মূলক [ঢা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১]
- ৪। কার্বোনিয়াম আয়ন [৪.১৭] [চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯]
- ৫। কার্বানায়ন [৪.১৮] [কু. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- ৬। ইলেকট্রোফাইল [৪.১৯(ক)] [ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- ৭। নিউক্লিওফাইল [য. বো. ২০১০]
- ৮। যুত বিক্রিয়া [রা. বো. ২০১০]
- ৯। অপসারণ বিক্রিয়া
- ১০। মেটামরিজম; [রা. বো. ২০০৮]
- ১১। প্রোপানোনের টটোমরিজম; [চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১]

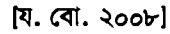
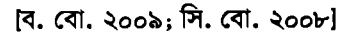
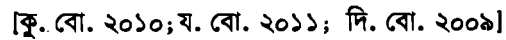
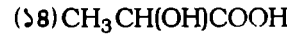
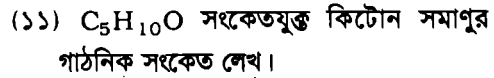
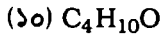
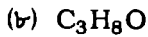
(২) ব্যাখ্যা কর

- ১। (ক) জৈব যৌগের সংখ্যা অজৈব যৌগের সংখ্যা অপেক্ষা বেশি কেন? [রা. বো. ২০০৯]
- অথবা, কার্বন মৌলের অধিক সংখ্যক যৌগ গঠনের কারণ ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৯]
- (খ) সব জৈব যৌগে কার্বন চতুর্ভোজী অবস্থায় থাকে— ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০০৭]
- (গ) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন দূরত্ব অপেক্ষা কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন দূরত্ব কম কেন? [রা. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
- ২। (ক) ক্যাটেনেশন বলতে কী বুঝ? ক্যাটেনেশনের গুরুত্ব আলোচনা কর। [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯]
- (খ) কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার কারণগুলো ব্যাখ্যা কর।

৩। নিম্নোক্ত সংকেতযুক্ত যৌগে কী প্রকারের সমাণুতা প্রকাশ পায় তা ব্যাখ্যা কর :

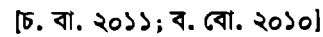
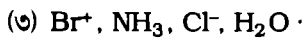
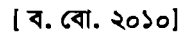
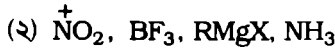
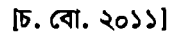


ব. বো. ২০০৭]



৪। (ক) ইলেকট্রনাকর্ষী (ইলেকট্রোফাইল) ও কেন্দ্রাকর্ষী (নিউক্লিওফাইল) বিকারক কী? [ঢা. বো. ২০০৭;
কু. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১০]

(খ) নিম্নোক্ত অণু ও আয়নসমূহ থেকে ইলেকট্রনাকর্ষী ও কেন্দ্রাকর্ষী বিকারকের তালিকা তৈরি কর :



(গ) একটি কার্বচক্রিক ও একটি বিষম চক্রিক যৌগের উদাহরণ দাও।

(ঘ) একটি বিষমচক্রিক অ্যারোমেটিক ও একটি বিষমচক্রিক অ্যালিসাইক্লিক যৌগের উদাহরণ দাও।

[সি. বো. ২০১১]

(৩) সংজ্ঞা লেখ উদাহরণসহ :

১। ফুলারিন, [৪.২]

[সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]

২। অ্যান্টিমার বা অ্যানানসিওমার, [৪.২৭]

[চ. বো. ২০১১;

কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯]

৩। এনানসিওমারিজম, [৪.২৭]

৪। রেসিমিক মিশ্রণ, [৪.২৭]

[কু. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৭;

চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১০]

৫। রেসিমিকরণ,

(গ) বিভাগ : জৈব যৌগের IUPAC পদ্ধতিতে নামকরণ

১। নিম্নলিখিত যৌগের গাঠনিক সংকেত লেখ :

(১) অ্যালকেন :

(ক) 3,5- ডাইমিথাইল হেক্সেন

(ঙ) 2, 2, 3, 3- টেট্রামিথাইল পেন্টেন

(চ) 4- ইথাইল -2- মিথাইল হেক্সেন

(খ) 2,3- ডাইমিথাইল -4- ক্লোরোপেন্টেন

(ছ) 2, 3- ডাইমিথাইল বিউটেন

(গ) 2, 2, 4- ট্রাইমিথাইল পেন্টেন

(জ) 3-ইথাইল -4- প্রোপাইল অক্টেন

(ঝ) 2, 2 - ডাইমিথাইল 3, 4- ডাইইথাইল হেক্সেন

(ঘ) 2, 2- ডাইমিথাইল-3-ইথাইল পেন্টেন

(ঞ) টেট্রামিথাইল মিথেন

(২) অ্যালকিন :

- (ক) 3- মিথাইল -1- বিউটিন (ছ) 1, 3- বিউটা-ডাই-ইন
 (খ) 3- মিথাইল -1- পেন্টিন (জ) 4- ইথাইল -3- মিথাইল হেক্সিন-2
 (গ) trans - 2- বিউটিন [ঢা. বো. ২০১১; (ঝ) 1- ক্লোরো বিউটিন -2
 চ. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৭] (ঞ) 2-ব্রোমো-3- ক্লোরো হেক্সিন-1
 (ঘ) cis-2- বিউটিন [রা. বো. ২০১০] [ঢা. বো. ২০০৭]
 (ঙ) trans-2- পেন্টিন (ট) 2-পেন্টিন
 [ব. বো. ২০১০, সি. বো. ২০০৯] (ঠ) 4-মিথাইল-2-পেন্টিন [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১]
 (চ) cis -2- ক্লোরো বিউটিন - 2

(৩) অ্যালকাইন :

- (ক) 5- মিথাইল -1- হেক্টাইন (ঙ) 4- মিথাইল -2- পেন্টাইন
 (খ) 5- মিথাইল -3- হেক্টাইন (চ) 4- মিথাইল -2- হেক্সাইন
 (গ) 5- মিথাইল -1- হেক্সাইন (ছ) 4- মিথাইল পেন্ট -2- আইন
 (ঘ) 2, 6- ডাইমিথাইল হেক্টাইন -3 (জ) 3-ক্লোরো-1-বিউটাইন।

(৪) অ্যালকোহল :

- (ক) 2,3-ডাইমিথাইল বিউটানল-1 (ঙ) বিউট -2-আইন -1, 4- ডাই-অল
 [ঢা. বো. ২০০৯] [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮]
 (খ) 3,4- ডাইমিথাইল পেন্টানল - 2
 (গ) 2, 2- ডাইমিথাইল প্রোপানল (চ) 3,6- ডাইমিথাইল অক্টানল -2
 (ঘ) বিউট -3- ইন -1- অল, [ঢা. বো. ২০১০; (ছ) 3-মিথাইল-2-বিউটানল
 ব. বো. ২০০৭]

(৫) অ্যালডিহাইড, কিটোন :

- (ক) 3- অ্যামিনো-পেন্টান্যাল [ঢা. বো. ২০০৮] (ঙ) 4- ব্রোমো পেন্টান্যাল
 (খ) 4- মিথাইল হেক্টান্যাল (চ) 6-মিথাইল -4- হেক্টিন -2-ওন
 (গ) 4- মিথাইল হেক্টানোন -2 (ছ) 2-ইথাইল -3- মিথাইল পেন্টান্যাল
 (ঘ) 4,4,6- টাইমিথাইল হেক্টানোন -2

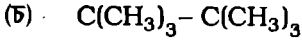
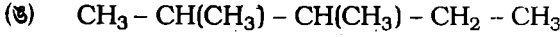
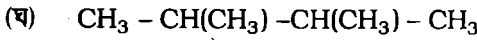
(৬) কার্বক্সিলিক এসিড :

- (ক) 2- ব্রোমো -3- মিথাইল বিউটানোয়িক এসিড। (চ) প্রোপেন-ডাই-অয়িক এসিড
 (খ) 2-ব্রোমো পেন্টানোয়িক এসিড (ছ) সিস্-বিউটিন-ডাই-অয়িক এসিড
 (গ) মনো ব্রোমো ইথানোয়িক এসিড (জ) ইথেন ডাই-অয়িক এসিড
 (ঘ) ক্লোরো ইথানোয়িক এসিড
 (ঙ) 3-মিথাইল -2- ক্লোরো বিউটানোয়িক এসিড।

২। নিম্নলিখিত যৌগের নামকরণ কর (IUPAC পদ্ধতিতে)

(১) অ্যালকেন :

- (ক) $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$
 (খ) $CH_3CH_2CH(CH_3).C(CH_3)_3$ [কু. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৯]
 (গ) $CH_3-(CH_2)_2-C(CH_3)_2-CH_3$



[ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮]



[ঢা. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০]

সমাধান : (ক) ২-মিথাইল প্রোপেন;

(খ) ২, ২, ৩-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন;

(গ) ২,২-ডাইমিথাইল পেন্টেন;

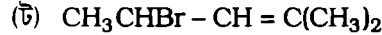
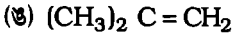
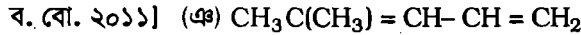
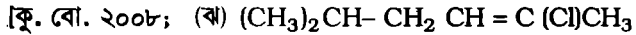
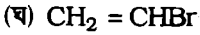
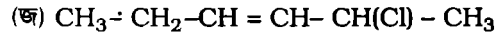
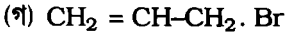
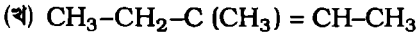
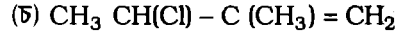
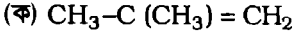
(ঘ) ২,৩- ডাইমিথাইল বিউটেন;

(ঙ) ২, ৩-ডাইমিথাইল পেন্টেন;

(চ) ২, ২, ৩, ৩-ট্রেট্রামিথাইল বিউটেন

(ছ) ২, ২-ডাইমিথাইল প্রোপেন

(২) অ্যালকিন :



সমাধান : (ক) ২-মিথাইল প্রোপিন;

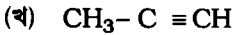
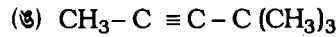
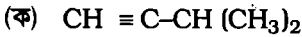
(খ) ৩-মিথাইল-২- পেন্টিন। (গ) ৩- ব্রোমো প্রোপিন - ১; (ঘ) ব্রোমো

ইথিন; (ঙ) ২- মিথাইল প্রোপিন; (চ) ৩- ক্লোরো-২-মিথাইল বিউটিন-১; (ছ) ৩- মিথাইল

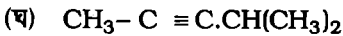
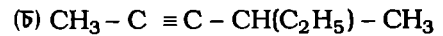
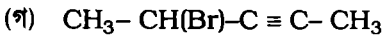
- ১- বিউটিন; (জ) ২- ক্লোরো -৩- হেক্সিন; (ঝ) ২- ক্লোরো -৫- মিথাইল হেক্সিন-২; (ঞ) ৪-

মিথাইল- ১, ৩- পেন্ট-ডাই-ইন, (ট) ৪-ব্রোমো-২-মিথাইল পেন্টিন-২

(৩) অ্যালকাইন :



[রা. বো. ২০০৮]



[ঢা. বো. ২০০৭]

সমাধান : (ক) ৩- মিথাইল -১-বিউটাইন;

(ঘ) ৪- মিথাইল পেন্টাইন-২

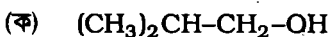
(খ) প্রোপাইন;

(ঙ) ৪,৪- ডাইমিথাইল-২- পেন্টাইন;

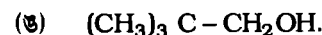
(গ) ৪-ব্রোমো -২- পেন্টাইন;

(চ) ৪- মিথাইল -২- হেক্সাইন;

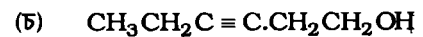
(৪) অ্যালকোহল :



[ঢা. বো. ২০০৭;



ষ. বো. ২০১০]



সমাধান : (ক) ২-মিথাইল প্রোপানল;

(ঘ) ৩-মিথাইল বিউটানল-২

(খ) ২-মিথাইল প্রোপানল-২;

(ঙ) ২,২- ডাইমিথাইল প্রোপানল;

(গ) ৩, ৩-ডাইক্লোরো প্রোপানল-১

(চ) হেক্স-৩-আইন-১-অল

(৫) অ্যালডিহাইড, কিটোন :

- (ক) $(CH_3)_2 CH-CH(CHO)-CH_2-CH_3$ [চ. বো. ২০০৮]
- (খ) $(CH_3)_3 C-CHO$
- (গ) $(CH_3)_2 CH-CH_2-CHO$
- (ঘ) $(CH_3)_3 C.(CH_2)_4 CHCl.CHO$
- (ঙ) $(CH_3)_2 CHCH = CHCH_2 COCH_3$ [য. বো. ২০১০]
- (চ) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)CO-CH_3$ [কু. বো. ২০০৮]
- (ছ) $CH_3-CH(OH)-CO-CH_3$
- (জ) $CH \equiv C-CO-CH_2-CH_3$ [রা. বো. ২০০৮]
- (ঝ) $CH \equiv C.CH_2CHO$
- (ঞ) $CH_3 COCH(CH_3)CH_2 Br$

সমাধান : (ক) ২-ইথাইল-৩-মিথাইল বিউটান্যাল; (খ) ২,২-ডাইমিথাইল প্রোপান্যাল; (গ) ৩-মিথাইল বিউটান্যাল; (ঘ) ২-ক্লোরো-৭, ৭-ডাইমিথাইল অক্টান্যাল; (ঙ) ৬-মিথাইল-৪-হেপ্টিন-২-ওন; (চ) ৩-মিথাইল পেন্টানোন-২; (ছ) ৩-হাইড্রক্সি-২-বিউটানোন; (জ) ১-পেন্টাইন-৩-ওন, (ঝ) ৩-বিউটাইন্যাল; (ঞ) ৪-ব্রোমো-৩-মিথাইল বিউটানোন-২।

(৬) কার্বক্সিলিক এসিড :

- (ক) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-COOH$
- (খ) $CH_2 = CH-COOH$
- (গ) $CH \equiv C-CH_2-COOH$
- (ঘ) $Br. CH_2-COOH$
- (ঙ) $CH_3-CH(Cl)-CH(CH_3)-CH_2-COOH$
- (চ) $CH_3-CH(CH_3)CH(NH_2)-COOH$ [র. বো. ২০০৭]
- (ছ) $CH_3 CH(OH)CH(CH_3)COOH$ [ঢা. বো. ২০১০]
- (জ) $CH_3(CH_2)_2 CHCl.CH_2 CH(NH_2)COOH$
- (ঝ) $CH_3 - CH = CH - COOH$ [কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৭, ২০০৯; য. বো. ২০০৮]
- (ঞ) $HOOC-COOH$ [রা. বো. ২০১০]

সমাধান

- (ক) ৩-মিথাইল পেন্টানোয়িক এসিড; (চ) ২-অ্যামিনো-৩-মিথাইল বিউটানোয়িক এসিড;
- (খ) ২-প্রোপিনোয়িক এসিড; (ছ) ৩-হাইড্রক্সি-২-মিথাইল বিউটানোয়িক এসিড;
- (গ) ৩-বিউটাইনোয়িক এসিড; (জ) ২-অ্যামিনো-৪-ক্লোরো হেপ্টানোয়িক এসিড;
- (ঘ) মনো ব্রোমো ইথানোয়িক এসিড; (ঝ) ২-বিউটিন-অয়িক এসিড।
- (ঙ) ৪-ক্লোরো-৩-মিথাইল পেন্টানোয়িক এসিড; (ঞ) ইথেন ডাইঅয়িক এসিড

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন

১। বর্তমানে জৈব যৌগ বলতে হাইড্রোকার্বন ও হাইড্রোক্সিকার্বন থেকে উদ্ভূত যৌগসমূহকে বোঝায়। জৈব যৌগের বিভিন্ন বিক্রিয়ার মেকানিজম বা কৌশল ব্যাখ্যায় ফ্রি-রেডিকেল, ইলেকট্রোফাইল অথবা নিউক্লিওফাইল আক্রমণকারী বিকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। জৈব যৌগের বিক্রিয়া কার্যকরীমূলক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য আছে।

- (ক) জৈব যৌগের কার্যকরীমূলক কী ? ১
- (খ) কার্বোনিয়াম আয়ন কী? বিভিন্ন কার্বোনিয়াম আয়নের স্থায়িত্ব ক্রম লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ফ্রি-রেডিকেল কী? ফি-রেডিকেল মেকানিজমসহ CH_4 ও Cl_2 এর বিক্রিয়া লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ইথানলের কার্যকরীমূলক চিহ্নিত কর। ইথানলকে জৈব যৌগের উদাহরণ ধরে জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের মধ্যে সংযুক্তি, বন্ধন প্রকৃতি ও স্ফুটনাঙ্ক-এর পার্থক্য দেখাও। ৪

২। আধুনিক অরবিটাল সংকরণ মতবাদ অনুসারে কার্বন পরমাণুর চতুর্ভোজ্যতা ও সমশক্তির বন্ধন গঠনের ব্যাখ্যা মিলে। জৈব যৌগ গঠনে যে কোন কার্বন পরমাণু তিন প্রকার অরবিটাল সংকরণ যেমন sp^3 , sp^2 অথবা, sp এর কোন এক প্রকার সংকরিত অবস্থা সৃষ্টি করে! সৃষ্ট সংকর অরবিটাল দ্বারা C-পরমাণু সিগমা বন্ধন এবং অসংকরিত অরবিটাল থাকলে তা দ্বারা পাই-বন্ধন গঠন করে থাকে। কার্বন শিকলে পাশাপাশি দু'টি কার্বনে একটি সিগমা বন্ধন ও একটি পাই-বন্ধন থাকলে, তখন জ্যামিতিক সমাণুতার উদ্ভব ঘটে।

- (ক) ক্যাটেনেশন কী? ১
- (খ) বিষম চাক্রিক যৌগ কী? একটি বিষম চাক্রিক অ্যারোমেটিক ও একটি বিষম চাক্রিক অ্যালিফেটিক যৌগের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, অরবিটাল সংকরণ কী? ইথিন অণুতে কার্বন পরমাণুর sp^2 সংকরণ চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, সমাণুতার সংজ্ঞা এবং দুটি শর্ত উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। এরূপ দুটি সমাণুর মধ্যে রাসায়নিক ধর্মের একটি পার্থক্য উদাহরণসহ লেখ। ৪

৩। সম্পৃক্ত জৈব যৌগ গঠনে কার্বন পরমাণুতে sp^3 সংকরণ এবং অসম্পৃক্ত হাইড্রোক্সিকার্বনের দ্বিবন্ধনে sp^2 ও ত্রিবন্ধনের বেলায় sp সংকরণ ঘটে। এক্ষেত্রে ইলেকট্রোফিলিক যুত বিক্রিয়া ঘটে। সম্পৃক্ত কার্বন পরমাণুতে ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে ত্রিমাত্রিক সমতার পার্থক্যজনিত দুটি ভিন্ন গাঠনিক সংকেত যুক্ত আলোক সমাণুতার উদ্ভব ঘটে।

- (ক) সমগোত্রীয় শ্রেণী কী? ১
- (খ) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন দূরত্ব অপেক্ষা কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন দূরত্ব কম কেন? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, sp^2 সংকরিত দুটি কার্বনবিশিষ্ট হাইড্রোক্সিকার্বন অণুতে ব্রোমিন অণুর ইলেকট্রোফিলিক যুতবিক্রিয়ার কৌশল লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, আলোক সমাণুতা কী? আলোক সমাণুতার শর্ত কী? উদাহরণসহ লেখ। এনানসিওমারিজম কী? ৪

৪। জৈব যৌগের সহজ পাঠের জন্য যৌগসমূহকে রাসায়নিক ধর্মের সাদৃশ্যের ওপর ভিত্তি করে কতগুলো সমগোত্রীয় শ্রেণীতে বিভক্ত করে জেনেভা পদ্ধতিতে যৌগের নামকরণ ও কার্যকরীমূলক ভিত্তিক আলোচনা করা হয়েছে। আবার একই আণবিক সংকেত যুক্ত জৈব যৌগের বিভিন্ন গাঠনিক সংকেতের সমাণু রয়েছে।

- (ক) কাইরাল কেন্দ্র কী? ১
- (খ) C_3H_6O সংকেতযুক্ত সম্পৃক্ত কার্বন শিকলের যৌগে কী প্রকারের সমাণুতা প্রকাশ পায়-তা ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সমগোত্রীয় শ্রেণী কী? এ শ্রেণীর ৪টি বৈশিষ্ট্য উদাহরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) জেনেভা পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নামকরণ ও গাঠনিক সংকেত লেখ - ৪
- (i) $CH_3-C \equiv C.CH (CH_3)_2$ (ii) $CH \equiv C-CO - CH_2 - CH_3$
- (iii) বিউট-3 - ইন -1 - অল (iv) 4- মিথাইল-2-পেন্টিন

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। নিচের কোন জৈব যৌগটি ফ্রেডারিক উইলার সর্বপ্রথম পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করেন?
(ক) NH_4CNO (খ) CH_3CONH_2 (গ) H_2NCONH_2 (ঘ) $\text{NH}_4\text{OOC}\cdot\text{CH}_3$
- ২। নিচের কোন ক্ষেত্রে π বন্ধন গঠন সম্ভব হয়?
(ক) s-অরবিটাল -s অরবিটাল (খ) s- অরবিটাল - p অরবিটাল
(গ) s-অরবিটাল -s অরবিটাল (ঘ) $2p_x$ অরবিটাল - $2p_x$ অরবিটাল
- ৩। নিচের কোনটি হেটেরোসাইক্লিক অ্যালিফেটিক যৌগ?
(ক) ইথিলিন অক্সাইড (খ) ফিউরান (গ) থায়োফিন (ঘ) পিরিডিন
- ৪। নিচের কোনটি হোমোসাইক্লিক অ্যারোমেটিক যৌগ?
(ক) সাইক্লোহেক্সেন (খ) বেনজির হেক্সাক্লোরাইড (গ) ফেনল (ঘ) থায়োফিন
- ৫। নিচের কোনটি এসিড অ্যামাইডের সাধারণ সংকেত ?
(ক) $\text{R}-\text{NH}_2$ (খ) $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$ (গ) $\text{R}-\text{CONH}_2$ (ঘ) $\text{R}-\text{NH}(\text{CH}_3)$
- ৬। নিচের কোনটি এস্টারের সাধারণ সংকেত ?
(ক) $\text{RCO}-\text{OR}$ (খ) $\text{RCH}_2-\text{OCH}_2\text{R}$ (গ) $\text{R}-\text{CO}-\text{R}$ (ঘ) $\text{R}-\text{CO}_2\text{O}$
- ৭। কোনটি ট্রাইমিথাইল কার্বিনলের সংকেত ?
(ক) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{OH}$ (খ) $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ (গ) $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$ (ঘ) HCCl_3
- ৮। কোনটি 2, 2 - ডাইমিথাইল প্রোপেন ?
(ক) $(\text{CH}_3)_4\text{C}$ (খ) $\text{CH}_3-(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2\text{CH}_3$ (গ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ (ঘ) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$
- ৯। কোনটি ইথেন ডাইঅয়িক এসিডের সংকেত ?
(ক) CH_3COOH (খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ (গ) $\text{HOOC}-\text{COOH}$ (ঘ) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- ১০। কোনটি 2 - বিউটিন -অয়িক এসিডের সংকেত ?
(ক) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$ (খ) $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
(গ) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHCOOH}$ (ঘ) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COOH}$
- ১১। নিচের কোনটি ইলেকট্রোফাইল হবে ?
(ক) RNH_2 (খ) NH_3 (গ) Br^+ (ঘ) OH^-
- ১২। নিচের কোনটি নিউক্লিওফাইল বিকারক ?
(ক) Br^+ (খ) NO_2^+ (গ) NH_3 (ঘ) AlCl_3
- ১৩। নিচের কোন যুগল কার্যকরীমূলক সমাণুতার উদাহরণ ?
(ক) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CH_3OCH_3 (খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CH_3OH
(গ) CH_3CHO , HCHO (ঘ) CH_3COOH , $\text{HOOC}\cdot\text{COOH}$
- ১৪। কোন আণবিক সংকেত অ্যালডিহাইড ও কিটানের সমাণু তৈরি করবে ?
(ক) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (খ) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ (গ) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (ঘ) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
- ১৫। কোন আণবিক সংকেত অ্যালকোহল ও ইথার সমাণু তৈরি করবে ?
(ক) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ (খ) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (গ) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ (ঘ) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$

- ১৬। নিচের কোন সংকেত দ্বারা আলোক সক্রিয় সমাণু হবে?
(ক) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ (খ) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ (গ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ (ঘ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- ১৭। নিচের কোন সংকেত দ্বারা গঠিত যৌগদ্বয় জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন সম্ভব হবে?
(ক) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ (খ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ (গ) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ (ঘ) CH_3-CH_3
- ১৮। কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধনের সুথম ভাঙনের দ্বারা সৃষ্টি হয় —
(ক) কার্বোনিয়াম আয়ন (খ) কার্বানায়ন (গ) মুক্তমূলক (ঘ) Cl^-
- ১৯। কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধনের বিষম ভাঙনের দ্বারা সৃষ্টি হয় —
(ক) কার্বোনিয়াম আয়ন (খ) ফ্রি-রেডিকেল (গ) Cl^+ (ঘ) Cl^-
- ২০। নিচের কোন যৌগটিতে কার্বন শিকলে sp^3 ও sp^2 সংকরিত C- পরমাণু আছে?
(ক) CH_3COOH (খ) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHCl}$ (গ) $\text{CCl}_2-\text{CCl}_2$ (ঘ) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$
- ২১। নিচের কোন যৌগটির কার্বন শিকলে sp^3 ও sp সংকরিত C পরমাণু আছে?
(ক) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ (খ) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHBr}$ (গ) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ (ঘ) $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CHO}$
- ২২। কার্বন-কার্বন বন্ধন দূরত্ব কোন ক্ষেত্রে সবচেয়ে কম হবে?
(ক) প্রোপেন (খ) ইথেন (গ) ইথিন (ঘ) ইথাইন
- ২৩। C_5H_{12} আণবিক সংকেত দ্বারা কয়টি চেইন সমাণু সম্ভব?
(ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৫
- ২৪। নিচের কোন যৌগের জ্যামিতিক গঠন সরলরৈখিক হবে?
(ক) মিথেন (খ) ইথিন (গ) ইথাইন (ঘ) পানি
- ২৫। নিচের কোন যৌগের জ্যামিতিক সমাণুতা সম্ভব হবে?
(ক) প্রোপিন (খ) প্রোপেন (গ) ইথেন (ঘ) বিউটিন-২
- ২৬। n-প্রোপাইল অ্যালকোহল ও iso-প্রোপাইল অ্যালকোহল কোন শ্রেণীর সমাণুতার উদাহরণ?
(ক) টটোমারিজম (খ) মেটোমারিজম (গ) অবস্থান সমাণুতা (ঘ) কার্যকরীমূলক সমাণুতা
- খ- ১ MCG এর উত্তরমালা : ১। (গ) ২। (ঘ) ৩। (ক) ৪। (গ) ৫। (গ) ৬। (ক) ৭। (গ) ৮। (ক) ৯। (গ) ১০। (ক) ১১। (গ) ১২। (গ) ১৩। (ক) ১৪। (ক) ১৫। (ক) ১৫। (ক) ১৬। (গ) ১৭। (গ) ১৮। (গ) ১৯। (ক) ২০। (খ) ২১। (গ) ২২। (ঘ) ২৩। (খ) ২৪। (গ) ২৫। (ঘ) ২৬। (গ)
- খ-২ MCG : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের :
- ১। কার্বনের বহুরূপ হল —
(i) গ্রাফাইট (ii) ডায়মন্ড বা হীরক (iii) ফুলারিন
কোনটি সঠিক হবে?
(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ২। সমগোত্রীয় শ্রেণীর নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য উল্লেখযোগ্য --
(i) একটি সাধারণ সংকেত থাকে (ii) একটি কার্যকরী মূলক থাকে
(iii) হোমোলগগুলোর স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে 35°C পার্থক্য থাকে
কোনটি সঠিক হবে?
(ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

- ৩। কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধনের সূষম ভাঙ্গনে উৎপন্ন হয় —
 (i) ফ্রি-রেডিকেল (ii) ফ্রি-রেডিকেল সক্রিয় ও ঋণস্বায়ী (iii) ফ্রি-রেডিকেল অপসারণ বিক্রিয়া ঘটায়
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৪। কার্বন-কার্বন বন্ধনের বিষম ভাঙ্গনে উৎপন্ন হয়—
 (i) কার্বোনিয়াম আয়ন (ii) কার্বানায়ন (iii) ফ্রি-রেডিকেল
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ৫। ফ্রি-রেডিকেল নিম্নোক্ত বিক্রিয়ার মেকানিজমে অংশ নেয়—
 (i) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (ii) যুক্ত বিক্রিয়া (iii) জারণ বিক্রিয়া
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ৬। ইলেকট্রোফাইল নিম্নোক্ত বিক্রিয়ার মেকানিজমে অংশ নেয়—
 (i) অপসারণ বিক্রিয়া (ii) প্রতিস্থাপন (iii) যুক্ত বিক্রিয়া
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৭। নিউক্লিওফাইল নিম্নোক্ত বিক্রিয়ার মেকানিজমে অংশ নেয়—
 (i) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (ii) যুক্ত বিক্রিয়া (iii) অপসারণ বিক্রিয়া
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৮। জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত হল—
 (i) প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন (ii) চক্রিক যৌগ (iii) বন্ধন অক্ষের মুক্ত ঘূর্ণন
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৯। আলোক সমাণুতার শর্তগুলো হল—
 (i) কাইরাল কেন্দ্র, (ii) কনফিগারেশনদ্বয়ের দর্পণ প্রতিবিম্ব, (iii) কনফিগারেশনদ্বয়ের পরস্পরের
 অসমাপতন,
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)
- ১০। নিচের কোন্ কোন্টি ইলেকট্রোফাইল হবে ?
 (i) $AlCl_3$ (ii) Br^+ (iii) H_2O
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

১১। নিচের কোন কোনটি নিউক্লিওফাইল হবে —

- (i) BF_3 (ii) Br^+ (iii) $R-NH_2$

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (iii) (ঘ) (ii)

১২। অ্যান্টিমার বা অ্যানানসিওমার বলতে বোঝানো হয় —

- (i) দুটি আলোক সক্রিয় সমাগু (ii) এদের আলোক সক্রিয়তা পরিমাণে সমান, কিন্তু ভিন্ন দিকের (iii) ল্যাকটিক এসিডের d সমাগু ও l সমাগু, এর উদাহরণ

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

১৩। রেসিমিক মিশ্রণ দ্বারা বোঝানো হয় —

- (i) দুটি ভিন্ন আলোক সমাগুর মিশ্রণ, একটি d -সমাগুও একটি l -সমাগু
(ii) দুটি d -সমাগু ও l -সমাগুর সম-মোলার মিশ্রণ
(iii) সমঘূর্ণনমাত্রার একটি d -সমাগু ও একটি l -সমাগুর সম-মোলার মিশ্রণ,

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

১৪। চেইন সমাগুতার বৈশিষ্ট্যগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল —

- (i) চেইন সমাগুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণীর সদস্য
(ii) সম্পৃক্ত কার্বন শিকলের গঠনে পার্থক্যহেতু এরূপ সমাগুতা ঘটে
(iii) সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনসমূহে কেবল চেইন সমাগুতা সম্ভব।

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

১৫। টটোমারিজম দ্বারা একটি বিশেষ প্রকারের কার্যকরী মূলক সমাগুতাকে বোঝানো হয়, যেমন —

- (i) এক প্রকার কার্যকরী মূলক যতঃসম্ভূতভাবে ভিন্ন প্রকার কার্যকরী মূলকে পরিণত হয়
(ii) উভয় প্রকার কার্যকরীমূলক সমাগুগুলো সাম্যাবস্থায় থাকে
(iii) প্রোপানোন ও অ্যাসিটো অ্যাসিটিক এস্টার এরূপ সমাগুতা দেখায়

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

খ - ২ MCG এর উত্তরমালা ১। (গ) ২। (খ) ৩। (ক) ৪। (খ) ৫। (ক) ৬। (গ) ৭। (গ) ৮। (খ)

৯। (গ) ১০। (ক) ১১। (গ) ১২। (খ) ১৩। (গ) ১৪। (ক) ১৫। (ক)



হাইড্রোকার্বন

Hydrocarbons

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। হাইড্রোকার্বন : প্রকারভেদ, অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন
- ২। অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের প্রকারভেদ- অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইন এদের উৎস, পেট্রোলের অকটেন নাম্বার বৃদ্ধিকরণ, কেরোসিন ও ডিজেলের প্রকৃতি বর্ণনা, সাধারণ প্রস্তুতপ্রণালী, শিল্পোৎপাদন ও ব্যবহার
- ৩। গঠন ও বন্ধনের ওপর ভিত্তি করে অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের ভৌতধর্ম ও রাসায়নিক সক্রিয়তা
- ৪। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন : বেনজিন, টলুইনের উৎস, প্রস্তুতপ্রণালী ও ব্যবহার
- ৫। সংকরণশীল পাই (π) ইলেকট্রনের ওপর ভিত্তি করে বেনজিন ও টলুইনের রাসায়নিক ধর্ম
- ৬। অ্যালকিনের যুত পলিমারের প্রস্তুতি ও ধর্ম
- ৭। সুষম বিভাজন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া, মুক্ত মূলক (ফ্রি-রেডিক্যাল) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া
- ৮। বিষম বিভাজন ইলেকট্রন আকর্ষী যুত বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল
- ৯। বিষম বিভাজন ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল।

উদ্দেশ্য (Objectives)

১. অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন এর উৎস, প্রস্তুতি, ব্যবহার ও পরিবেশগত প্রভাব সম্বন্ধে ধারণা লাভ।
২. বন্ধন প্রকৃতি ও গঠনের ভিত্তিতে বিভিন্ন শ্রেণীর হাইড্রোকার্বনের রাসায়নিক সক্রিয়তা সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
৩. বিভিন্ন প্রকার জৈব বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল বা মেকানিজম সম্বন্ধে ধারণা লাভ।
৪. হাইড্রোকার্বনের প্রধান উৎস প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোলিয়াম ও কয়লা থেকে হাইড্রোকার্বন পৃথকীকরণ ও নিষ্কাশন সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
৫. তরল জ্বালানি যেমন, পেট্রোলের জ্বালানি মান যেমন, অকটেন নাম্বার সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।

৫.১ ভূমিকা : হাইড্রোকার্বন

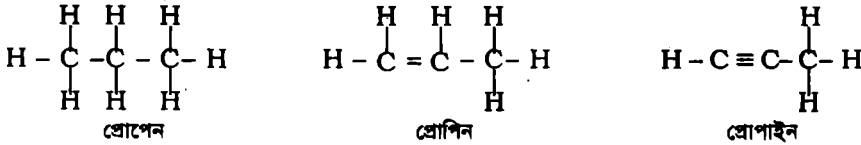
Introduction : Hydrocarbons

সংজ্ঞা : হাইড্রোজেন ও কার্বন দ্বারা গঠিত যিহৌল যৌগসমূহকে হাইড্রোকার্বন বলা হয়। যেমন, মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8), ইথিলিন (C_2H_4), অ্যাসিটিলিন (C_2H_2), বেনজিন (C_6H_6), টলুইন ($C_6H_5-CH_3$) ইত্যাদি হল বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন।

হাইড্রোকার্বনের শ্রেণীবিভাগ : প্রথমত কার্বন শিকলের ওপর ভিত্তি করে হাইড্রোকার্বনসমূহকে দুই প্রধান শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। যেমন, (১) মুক্ত শিকল বা অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন ও (২) বন্ধশিকল বা চক্রিক হাইড্রোকার্বন।

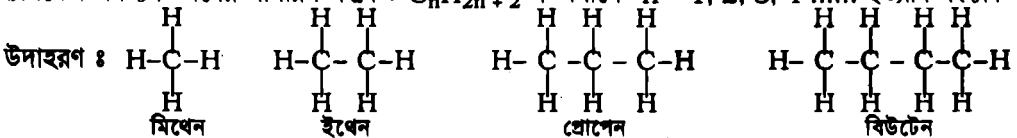
(ক) অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন : এসব হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলের দুই প্রান্ত নিজেদের মধ্যে যুক্ত না হয়ে H-পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে থাকে। তাই তাদেরকে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন বলা হয়। গ্রিক শব্দ, অ্যালিফেটিক (aliphatic) অর্থ-ফ্যাট (fat) বা চর্বিজাত। পশুর চর্বিতে দীর্ঘ অ্যালকাইল মূলক যেমন $C_{17}H_{35}$ মূলক থাকে বলে এসব যৌগের এরূপ নামকরণ করা হয়েছিল।

এসব হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে একক বন্ধন, দ্বিবন্ধন অথবা ত্রিবন্ধন থাকতে পারে। মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলের সব কার্বন পরমাণু একক বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকলে সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন বলে। কার্বন শিকলে দুই কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকলে তাদের অ্যালকিন এবং ত্রিবন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকলে তাদেরকে অ্যালকাইন বলে। অ্যালকিন ও অ্যালকাইন উভয় শ্রেণীকে একত্রে অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন বলা হয়। যেমন, প্রোপেন (C_3H_6) অণুতে একক বন্ধন, তাই এটি সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন সদস্য; কিন্তু প্রোপিন (C_3H_4) অণুতে দ্বিবন্ধন আছে; তাই এটি অ্যালকিন সদস্য এবং প্রোপাইন (C_3H_4) অণুতে ত্রিবন্ধন আছে; তাই এটি অ্যালকাইন সদস্য। যেমন,



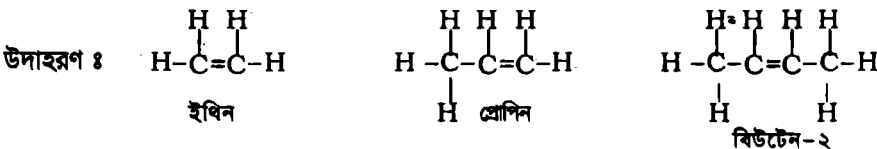
সুতরাং অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনকে পাশাপাশি দুই কার্বন পরমাণুতে উপস্থিত বন্ধনের ওপর ভিত্তি করে দুই শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। যেমন, (১) সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন ও (২) অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন :

(১) সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন : কার্বন শিকলে কেবল একক সিগমা বন্ধনযুক্ত মুক্তশিকল হাইড্রোকার্বনকে সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন বলে। তাদের কার্বন শিকল সম্পূর্ণ হওয়ায় তারা রাসায়নিকভাবে কম সক্রিয়; তাই অ্যালকেনকে প্যারাফিনও বলা হয়। যেমন মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8), বিউটেন (C_4H_{10}) হল অ্যালকেন সদস্য। তাদের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n+2} । এখানে $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ ইত্যাদি সংখ্যা।

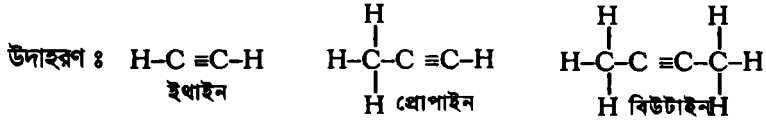


(২) অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন : অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে অন্তত একটি দ্বিবন্ধন অথবা একটি ত্রিবন্ধন থাকলে তাদেরকে অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন বলে। তাদেরকে অ্যালকিন ও অ্যালকাইন এ দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়।

অ্যালকিন হল সে সব অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন যাদের কার্বন শিকলে সিগমা বন্ধন ও একটি পাই বন্ধন সংবেলিত একটি দ্বিবন্ধন থাকে। তাদের সাধারণ সংকেত হল C_nH_{2n} ; এখানে $n = 2, 3, 4$ ইত্যাদি।

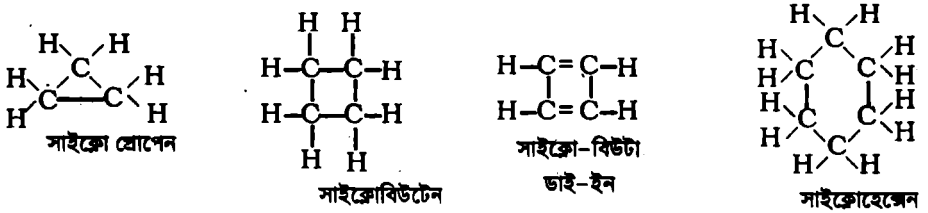


অ্যালকাইন হল সে সব অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যাদের শিকলে সিগমা বন্ধন ও দুটি পাই বন্ধন সংবেলিত একটি ত্রিবন্ধন থাকে। তাদের সাধারণ সংকেত হল C_nH_{2n-2} । এখানে $n = 2, 3, 4$ ইত্যাদি।

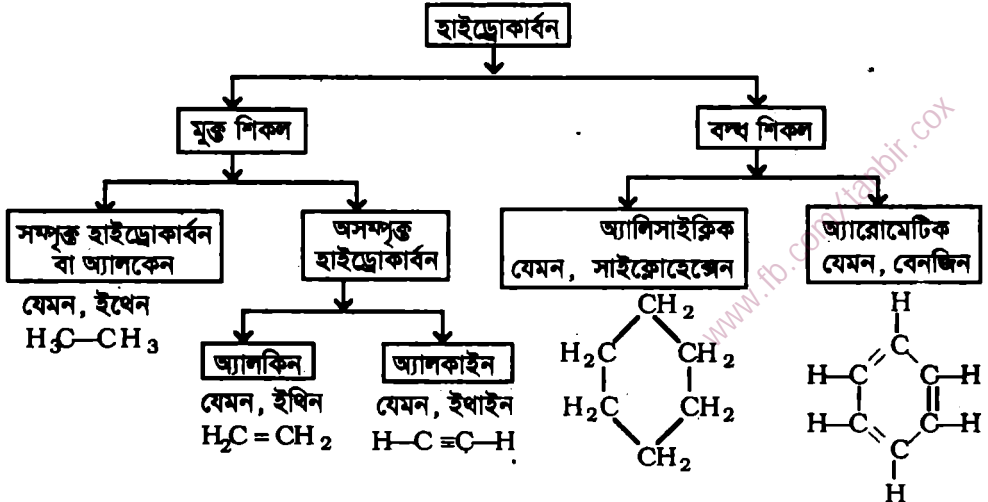
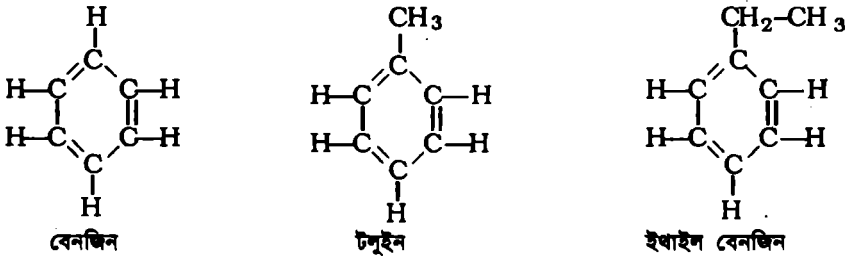


(খ) বন্ধ শিকল বা চাক্তিক হাইড্রোকার্বন : হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলের দুই প্রান্ত কার্বন পরমাণুর মাধ্যমে যুক্ত থাকলে তাদেরকে বন্ধ শিকল বা চাক্তিক হাইড্রোকার্বন বলা হয়। তাদের কার্বন শিকলে একক সিগমা বন্ধন অথবা মিশ্র একক ও দ্বিবন্ধন থাকতে পারে। তাদেরকে ধর্মের ওপর ভিত্তি করে (১) অ্যালিসাইক্লিক হাইড্রোকার্বন ও (২) অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন-এ দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়।

(১) অ্যালিসাইক্লিক হাইড্রোকার্বন : যে সব বন্ধশিকল যৌগের কার্বন শিকলে কেবল সিগমা বন্ধন অথবা সিগমা বন্ধন ও দ্বিবন্ধন সমন্বিত থাকে; কিন্তু ধর্মের দিকে যুক্ত শিকল যৌগের মত হয়, তাদেরকে অ্যালিসাইক্লিক হাইড্রোকার্বন বলে।



(২) অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন : যে সব বন্ধ শিকল যৌগে কমপক্ষে একটি ছয় কার্বনবিশিষ্ট বেনজিনয়েড বলয় থাকে এবং এ বলয়ে ছয়টি সমষ্করণশীল পাই (π) ইলেকট্রন থাকে তাদেরকে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন বা অ্যারিন বলে। তাদের কিছু-উদাহরণ নিম্নরূপ :



৫.২ অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের উৎস

Sources of aliphatic hydrocarbons

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস : প্রাকৃতিক গ্যাস সাধারণত ভূপৃষ্ঠ থেকে বিভিন্ন গভীরতায় শিলা স্তরের মধ্যে সঞ্চিত পেট্রোলিয়াম খনিজ তৈলের উপরিভাগে বা পৃথকভাবে ভূগর্ভে উচ্চচাপে সঞ্চিত থাকে। ভূপৃষ্ঠের নিচে মিথেন থেকে বিউটেন ($C_1 - C_4$) পর্যন্ত অ্যালকেনের যে মিশ্রণ পাওয়া যায়, তাকে প্রাকৃতিক গ্যাস বলা হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসে মিথেন (80% - 90%), ইথেন (প্রায় 13%), প্রোপেন (প্রায় 3%), বিউটেন, ইথিলিন (প্রায় 20%), নাইট্রোজেন (প্রায় 13%) মিশ্রিত থাকে। সিলেটের রশিদপুর, হরিপুর, হবিগঞ্জ, কৈলাসটিলা, ছাতক, বিয়ানীবাজার ও ফেঞ্চুগঞ্জ, কুমিল্লার বাখরাবাদে, ব্রাহ্মণবাড়িয়ার তিতাসে এবং নোয়াখালী জেলার বেগমগঞ্জ ও ধাইলাতে প্রাকৃতিক গ্যাসের সন্ধান পাওয়া গেছে। আমাদের দেশে প্রাপ্ত প্রাকৃতিক গ্যাসে মিথেনের পরিমাণ বেশি যা প্রায় 95% - 99%। এতে মিথেনের সাথে সামান্য পরিমাণে ইথেন, প্রোপেন, বিউটেন ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন বাষ্প মিশ্রিত থাকে।

ব্যবহার : প্রাকৃতিক গ্যাস ইউরিয়া সার উৎপাদনে, তাপ বিদ্যুৎ উৎপাদনে, মোটর গাড়ির জ্বালানি এবং গৃহস্থালির রান্নার গ্যাস চুল্লিতে জ্বালানি রূপে ব্যবহৃত হয়।

(২) পেট্রোলিয়াম খনিজ তৈল : ভূগর্ভের 5,000 - 15,000 ফুট গভীরতায় পৃথিবীর বিভিন্ন অংশে কঠিন শিলাস্তরে যে খনিজ তৈল সঞ্চিত থাকে তাকে পেট্রোলিয়াম বলে। পেট্রোলিয়ামের প্রধান উপাদান অ্যালকেন, সাইক্লো অ্যালকেন ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন। এ পেট্রোলিয়ামে প্রায় দেড়শ যৌগ থাকে। অশোধিত পেট্রোলিয়ামে C_1 থেকে C_{40} কার্বন পরমাণুগঠিত হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ থাকে। অশোধিত পেট্রোলিয়াম গাঢ় রঙিন ও দুর্গন্ধযুক্ত তরল পদার্থ। সালফারের যৌগ যেমন, H_2S গ্যাস দ্রবীভূত থাকার কারণে এরূপ দুর্গন্ধ হয়। পৃথিবীর পেট্রোলিয়াম সমৃদ্ধ দেশসমূহের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে- আরব, ইরান, আমেরিকা, রুমানিয়া, ইরাক, রাশিয়া, মেক্সিকো ইত্যাদি। বর্তমানে আমাদের দেশে সিলেটে তৈলের সন্ধান পাওয়া গেছে। অশোধিত বা ক্রুড পেট্রোলিয়ামকে আংশিক পাতনের মাধ্যমে বিভিন্ন অংশে পৃথক করা হয়।

সারণি-৫.১ : অশোধিত পেট্রোলিয়াম তৈলের আংশিক পাতনে প্রাপ্ত বিভিন্ন পাতিত অংশ

পাতিত অংশ	পাতন তাপমাত্রা	কার্বন শিকলের দৈর্ঘ্য	বিভিন্ন পাতিত অংশের ব্যবহার
১। এল-পি.গ্যাস বা রিকাইনারি গ্যাস :	30°C	C_1 থেকে C_4 পর্যন্ত	১। রিকাইনারি গ্যাস বা এল. পি. গ্যাস হল তরলীকৃত পেট্রোলিয়াম গ্যাস। রান্নার গ্যাস চুল্লিতে ও মোটরযানের জ্বালানিরূপে এল.পি. গ্যাস ব্যবহৃত হয়।
২। লাইট পেট্রোলিয়াম :	30 - 60°C	C_5 থেকে C_6 পর্যন্ত	২। লাইট পেট্রোলিয়াম দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়।
৩। লাইট ন্যাক্ষা :	60 - 110°C	C_6 থেকে C_7 পর্যন্ত	৩। লাইট ন্যাক্ষা দ্রাবকরূপে ও ড্রাই ওয়াশিং কাঞ্জে ব্যবহৃত হয়।
৪। গ্যাসোলিন বা পেট্রোল :	35 - 175°C	C_5 থেকে C_{12} পর্যন্ত	৪। গ্যাসোলিন বা পেট্রোল সাধারণত মোটরযান, উড়োজাহাজ প্রভৃতির জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়।
৫। কেরোসিন : (সাধারণ)	175 - 275°C	C_{12} থেকে C_{15} পর্যন্ত	৫। আলো জ্বালাতে, স্টোভ, দ্রুতগামী স্টেট ইঞ্জিন ও গ্যাস টারবাইনের জ্বালানিরূপে কেরোসিন ব্যবহৃত হয়।
৬। ডিজেল বা গ্যাস অয়েল :	240 - 400°C	C_{13} থেকে C_{18} পর্যন্ত	৬। বাদামি বর্ণের ডিজেল তৈল ডিজেল ইঞ্জিন, যেমন, টেন, বাস, লক্সী ইত্যাদির জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়।
৭। লুব্রিকটিং অয়েল : (ঘন কাশো তরল)	270 - 400°C	C_{15} থেকে C_{18} পর্যন্ত	৭। কালো-বর্ণের লুব্রিকটিং তৈল মেশিনারি যন্ত্রপাতির পিচ্ছিলকারকরূপে ব্যবহৃত হয়।
৮। প্যারাফিন ওয়াক্স :	400° এর উপরে	C_{18} থেকে C_{30} পর্যন্ত	৮। C_{18} থেকে C_{30} পর্যন্ত অ্যালকেনের কঠিন মিশ্রণটিকে প্যারাফিন ওয়াক্স বা মোম বলে। মোমবাতি ও ওয়াক্স পেন্সিল প্রস্তুতিতে প্যারাফিন ওয়াক্স ব্যবহৃত হয়।
৯। বিটুমিন (এসফাল্ট) :	অনুঘাটী অবশেষ।	C_{30} এর উপরে	৯। এতে অ্যালকেনসহ বিভিন্ন পদার্থ মিশ্রিত থাকে। রুপিং বা ছাদ ঢালাই, রাস্তা তৈরি ও রোড সারফেসিং কাঞ্জে বিটুমিন ব্যবহৃত হয়।

আংশিক পাতনের বর্ণনা

(i) ক্রুড পেট্রোলিয়াম অয়েলের বাষ্পকে আংশিক পাতন টাওয়ারের পার্শ্বনলের সাহায্যে প্রবেশ করানো হয়। এ টাওয়ার বেশ উঁচু। এর মধ্যে নির্দিষ্ট উচ্চতায় অনেকগুলো বেফল প্লেট যুক্ত ট্রে, বাব্বল-ক্যাপ ও ওভার ফ্লো পাইপ থাকে। টাওয়ারের তাপমাত্রা 30° - 400°C রাখা হয়। বিভিন্ন ট্রের তাপমাত্রা ভিন্ন ভিন্ন থাকে।

(ii) **Bubble Caps :** উর্ধ্বমুখী বাষ্প বাব্বল-ক্যাপের মাধ্যমে ওপরের প্লেটে উঠে এবং প্লেটের তরলের সংস্পর্শে ঘনীভূত হয়।

(iii) **Baffle plates, trays :** বাষ্পের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণকারী বেফলপ্লেট আবার ঘনীভূত তরলের সংরক্ষণের ট্রেরূপে কাজ করে।

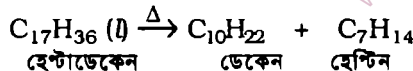
(iv) **Over-flow pipe :** এসব ওভার ফ্লো-পাইপ দিয়ে ওপরের ট্রে থেকে ঘনীভূত তরল নিচের ট্রেতে নেমে আসে।

সুতরাং তৈল মিশ্রণের বাষ্প বাব্বল ক্যাপ দিয়ে ওপরে ওঠে এবং ঘনীভূত তরল তাপমাত্রা অনুসারে ওভার ফ্লো পাইপ দিয়ে নিচে নামে। তাপমাত্রা অনুসারে বিভিন্ন ট্রে থেকে পাতিত তৈল পার্শ্বনল দিয়ে বের হয়।

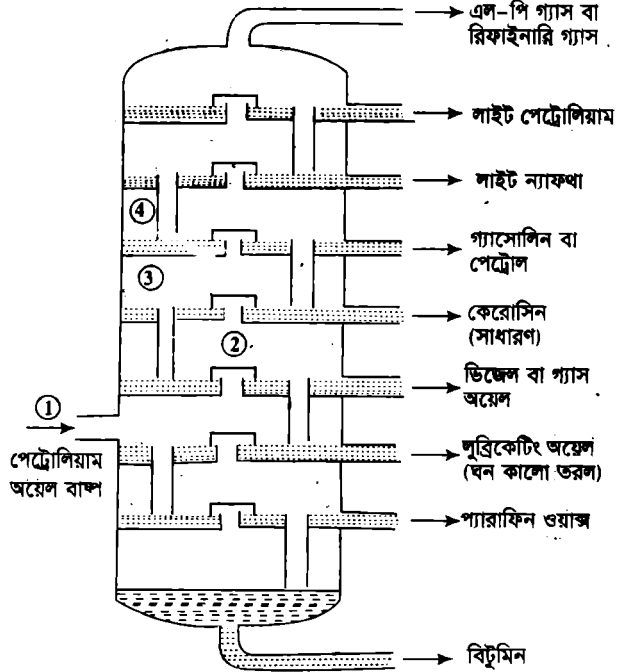
(৩) এল.পি. গ্যাস বা বোতলগ্যাস (L.P. Gas or Bottled Gas) : এল.পি. গ্যাস বা রিফাইনারি গ্যাস হল তরলীকৃত পেট্রোলিয়াম গ্যাস। উপাদানগতভাবে এল.পি. গ্যাস হল বিউটেন (C₄H₁₀) ও প্রোপেন (C₃H₈) নামক হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। বাংলাদেশে তৈরি এল. পি. গ্যাসে ৭০%-৮০% বিউটেন ও অবশিষ্ট পরিমাণ প্রোপেন মিশ্রিত করে উচ্চ চাপে বোতল বা স্টিল সিলিন্ডারে বাজারজাত করা হয়। এজন্য এল.পি. গ্যাসকে বোতল-গ্যাসও বলা হয়। প্রধানত এল.পি. গ্যাস রান্নার গ্যাস চুল্লিতে জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। শহরের বাসাবাড়িতে এল.পি. গ্যাস পাইপ-লাইন সংযোগ দ্বারা সরবরাহ করা হয়।

(৪) **কেরোসিন তৈল (Kerosine oil) :** অশোধিত পেট্রোলিয়াম তৈলের আংশিক পাতন থেকে সংগৃহীত বিভিন্ন অংশের মধ্যে অন্যতম প্রধান অংশ হল কেরোসিন তৈল। কেরোসিন তৈলের পাতন তাপমাত্রা মোটামুটিভাবে 175°-275°C এর মধ্যে থাকে। কেরোসিন তৈল হল C₁₂ থেকে C₁₅ পর্যন্ত কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন সদস্যসমূহের মিশ্রণ। কেরোসিন হালকা নীলাভ স্বচ্ছ তরল পদার্থ। জ্বালানি হিসেবে কেরোসিন তৈলের চাহিদা বর্তমানে বৃদ্ধি পেয়েছে। যেমন, গ্রামগঞ্জ থেকে শুরু করে শহর এলাকায় প্রদীপ ও হ্যাট্রিকেন ল্যাম্পে আলো জ্বালাবার জন্য কেরোসিন ব্যবহৃত হয়। রান্নার কাজে ব্যবহৃত স্টোভে একমাত্র কেরোসিনই ব্যবহৃত হয়। দূতগামী জেট ইঞ্জিন ও গ্যাস টারবাইনের জ্বালানিরূপে এর প্রচুর ব্যবহার আছে। এছাড়া শীতপ্রধান দেশে ঘর গরম রাখার জন্য ব্যবহৃত হিটারে কেরোসিন ব্যবহার করা হয়।

(৫) **ডিজেল তৈল (Diesel oil) :** অশোধিত পেট্রোলিয়াম তৈলের আংশিক পাতনকালে পাতন তাপমাত্রার বৃদ্ধিক্রমে 'কেরোসিন তৈল' নামে পাতিত অংশের চেয়ে অধিক তাপমাত্রা যেমন 240°-400°C তাপমাত্রার পরিসরে সংগৃহীত পাতিত অংশকে ডিজেল বা গ্যাস-অয়েল বলা হয়। ডিজেল তৈলে C₁₃-C₁₈ পর্যন্ত কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন সদস্যসমূহ থাকে। ডিজেল তৈল হালকা বাদামী বর্ণের হয়। ডিজেল ইঞ্জিন বা অন্তঃদহন ইঞ্জিন চালিত গাড়ির যেমন, ট্রেন, বাস, লরী ইত্যাদির জ্বালানিরূপে ডিজেল তৈল ব্যবহৃত হয়। আবার ডিজেল তৈলের তাপীয় বিয়োজন বা পাইরোলাইসিস করে অপেক্ষাকৃত কম C পরমাণুবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন জ্বালানি গ্যাসোলিন বা পেট্রোল সংশ্লেষণ করা যায়। এরূপে রূপান্তরিত গ্যাসোলিন বা পেট্রোলের তরল উপাদানসমূহে C₅-C₁₂ পর্যন্ত কার্বন পরমাণু যুক্ত তরল হাইড্রোকার্বন থাকতে পারে। যেমন,



উল্লেখ্য কেরোসিন, ডিজেল ইত্যাদি জীবাশ্ম থেকে সৃষ্ট জ্বালানি ব্যবহারে বায়ুমণ্ডলে CO₂ গ্যাস ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পায়। গ্রিন হাউস গ্যাসসমূহের মধ্যে CO₂ গ্যাস শতকরা হিসেবে 49% এবং সর্বপ্রধান ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টিকারী গ্যাস।



চিত্র ৫.১ : অশোধিত বা ক্রুড পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতন।

৫.৩ জ্বালানি তৈলের অক্টেন নাম্বার

Octane number of motor fuel

কার ইঞ্জিনের সিলিন্ডারে জ্বালানি বাষ্প ও বায়ুর পূর্ণ দহন ঘটলে উৎপন্ন গ্যাসের চাপ পিস্টনকে নিচে ঠেলে দেয়। ফলে চাকায় গতি সঞ্চার হয়। ইঞ্জিনের দক্ষতার জন্য দরকার হল সিলিন্ডারে পিস্টনের সঠিক অবস্থান কালে

নকিং কেন
ঘটে ?

জ্বালানি বাষ্প ও বায়ুর মধ্যে প্রজ্বলন ঘটা। এজন্য ইঞ্জিনে স্পার্ক (spark) ও জ্বালানি মিশ্রণের প্রজ্বলন (ignition) এক সঙ্গে ঘটা দরকার। যদি স্পার্কের পূর্বেই জ্বালানি বাষ্প ও বায়ুর মিশ্রণে কমপ্রেশন

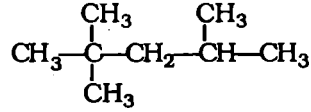
(compression) এর ফলে এটো প্রজ্বলন ঘটে; তখন পিস্টন সঠিক অবস্থানে না থাকার কারণে উৎপন্ন গ্যাসের প্রবল চাপ হঠাৎ পিস্টনকে প্রচণ্ড ধাক্কা দেয়। এ প্রচণ্ড ধাক্কা ইঞ্জিনে বিকট ধাতব শব্দ (metallic sound) সৃষ্টি করে; তাকেই নকিং (knocking) বলে।

পেট্রোল ইঞ্জিনে জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত অ্যালকেনের কার্যক্ষমতা এদের আণবিক গঠনের ওপর নির্ভরশীল। n-অ্যালকেনসমূহের জ্বালানিরূপে কার্যক্ষমতা কম এবং এরা ইঞ্জিনে 'ধাক্কা' বা নক (knock) সৃষ্টি করে। অপরদিকে জ্বালানিরূপে শাখায়ুক্ত অ্যালকেনসমূহ ব্যবহার করলে ইঞ্জিনে নক (knock) কমে যায়। দেখা গেছে, n-হেক্টেন জ্বালানি পেট্রোল ইঞ্জিনে সবচেয়ে বেশি 'knock' সৃষ্টি করে এবং iso-অক্টেন ব্যবহারে ইঞ্জিনে মোটেই 'knock' সৃষ্টি করে না। তাই ইঞ্জিনে জ্বালানি হিসেবে iso-অক্টেনের ক্ষমতাকে 100 এবং n-হেক্টেনের ক্ষমতাকে 0 (শূন্য) ধরে অন্যান্য জ্বালানির ক্ষেত্রে ইঞ্জিনে 'ধাক্কা প্রদান ক্ষমতা' বা নকিং কোয়ালিটি নিরূপণ করা হয়, একে জ্বালানি তৈলের অক্টেন নাম্বার বলে।



n-হেক্টেন এর অক্টেন নাম্বার = 0

[সবচেয়ে বেশি নকিং সৃষ্টি করে।]



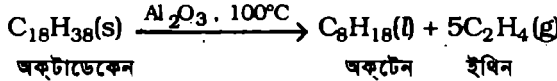
iso-অক্টেন বা (2, 2, 4-ট্রাইমিথাইল পেটেন)
এর অক্টেন নাম্বার = 100

অক্টেন নাম্বারের সংজ্ঞা : কোন পেট্রোল ইঞ্জিনে জ্বালানিরূপে গ্যাসোলিন ব্যবহারের ফলে ইঞ্জিনে যে পরিমাণ ধাক্কা বা নকিং (knocking) সৃষ্টি করে, সেই একই পরিমাণ নকিং সে ইঞ্জিনে সৃষ্টি করতে ব্যবহৃত iso-অক্টেন ও n-হেক্টেনের কোন মিশ্রণে যে শতকরা পরিমাণ iso-অক্টেন দরকার হয়; iso-অক্টেনের সেই শতকরা পরিমাণকে ঐ গ্যাসোলিন জ্বালানির অক্টেন নাম্বার বলে।

উদাহরণ : কোন মোটর জ্বালানির অক্টেন নাম্বার 85 বলতে বোঝানো হয় যে, ঐ জ্বালানিটি 15% n-হেক্টেন ও 85% iso-অক্টেন মিশ্রণের সমান 'জ্বালানি দক্ষতা' সম্পন্ন তৈল। যে জ্বালানির অক্টেন নাম্বার যত বেশি সে জ্বালানি তত বেশি উৎকৃষ্ট।

জ্বালানির অক্টেন নাম্বার বৃদ্ধি করার উপায় : (১) জ্বালানির সাথে নির্দিষ্ট পরিমাণ টেট্রাইথাইল লেড (TEL), টেট্রামিথাইল লেড (TML), আয়রন পেন্টাকার্বনিল $\text{Fe}(\text{CO})_5$ বা টলুইন ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$) ইত্যাদি পদার্থের যে কোন একটি মিশানো হয়।

(২) উচ্চতর হাইড্রোকার্বনের তাপীয় বিয়োজন বা ক্র্যাকিং করে অপেক্ষাকৃত ছোট অণুর হাইড্রোকার্বন তৈরি করা হয়।



অক্টাডেকেন

অক্টেন

ইথিন

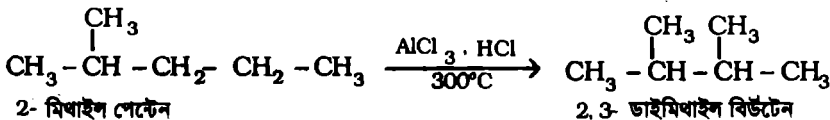


অক্টেন

হেক্সেন

ইথিন

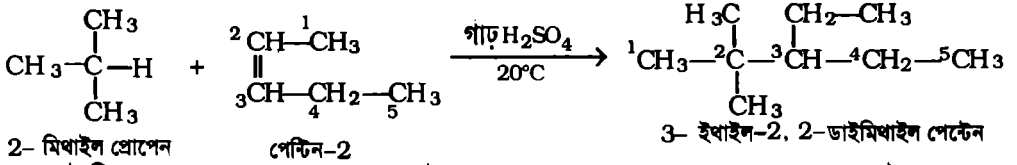
(৩) সমাণুকরণ প্রক্রিয়ায় সরল অ্যালকেনকে অ্যালকাইলেশন প্রক্রিয়ায় শাখায়ুক্ত অ্যালকেনে রূপান্তর; এতে জ্বালানির অক্টেন নাম্বার বৃদ্ধি পায়। যেমন, 2-মিথাইল পেটেনের চেয়ে 2, 3-ডাইমিথাইল বিউটেন উত্তম জ্বালানি।



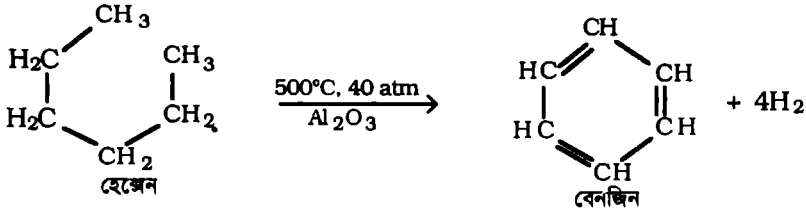
2-মিথাইল পেটেন

2, 3-ডাইমিথাইল বিউটেন

(৪) প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকিনের সাথে অ্যালকেনের বিক্রিয়ায় অধিক শাখায়ুক্ত অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। একে অ্যালকাইলেশন বলে। যেমন,



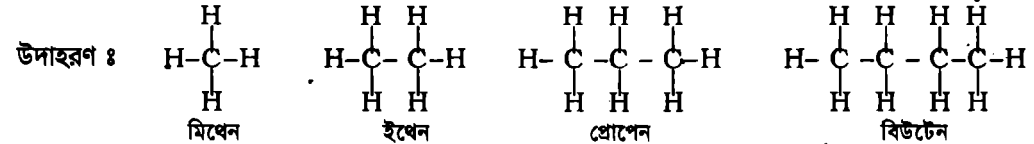
(৫) পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত হেজেন ও হেপ্টেনকে 40 atm চাপ ও 500°C তাপমাত্রায় উত্তম Al₂O₃ বা Pt প্রভাবকের উপস্থিতিতে যথাক্রমে বেনজিন ও টলুইনে পরিণত করা হয়। বেনজিন ও টলুইনের নকিং হ্রাসের ক্ষমতা অ্যালিফেটিক শাখায়ুক্ত অ্যালকেনের মত অনেক বেশি। ফলে জ্বালানিতে বেনজিন ও টলুইন মিশালে জ্বালানির অক্টেন নাম্বার বেড়ে যায়।



অ্যালকেন, C_nH_{2n+2}

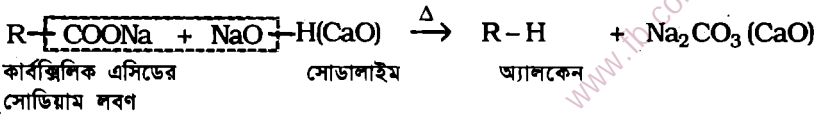
৫.৪ সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন বা প্যারAFFIN
Saturated hydrocarbons or Alkane or Paraffins

সংজ্ঞা : কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত দ্বিমৌল যৌগের কার্বন শিকলে কেবল সিগমা (σ) বন্ধন থাকলে তাদেরকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। জেনেভা পন্থতিতে তাদেরকে অ্যালকেন বলে। তাদের সাধারণ সংকেত হল C_nH_{2n+2} ; এখানে n = 1, 2, 3, 4 পূর্ণসংখ্যা। উদাহরণ : মিথেন (CH₄), ইথেন (C₂H₆), প্রোপেন (C₃H₈), বিউটেন (C₄H₁₀) ইত্যাদি। অ্যালকেনকে ‘প্যারAFFIN’ ও বলা হয়। কারণ তাদের কার্বন শিকল সম্পৃক্ত থাকায় তারা রাসায়নিকভাবে কম সক্রিয়; (‘Parum’ অর্থ a little বা স্বল্প এবং ‘affinis’ অর্থ affinity বা আসক্তি)।



৫.৫ পরীক্ষাগারে অ্যালকেন প্রস্তুতি
Preparation of alkane in the laboratory

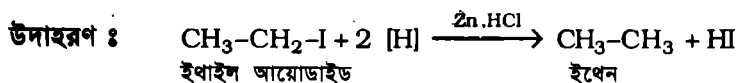
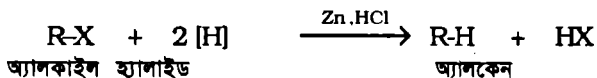
মূলনীতি : পরীক্ষাগারে সাধারণত কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণের সাথে সোডালাইমের মিশ্রণকে তীব্রভাবে উত্তম করলে অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। এখানে সোডালাইমের তীব্র ক্ষার কস্টিক সোডা (NaOH) কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণের অণু থেকে CO₂ কে সোডিয়াম কার্বনেট হিসেবে অপসারিত করে অর্থাৎ ডিকার্বক্সিলেশন ঘটিয়ে অ্যালকেন উৎপন্ন করে।



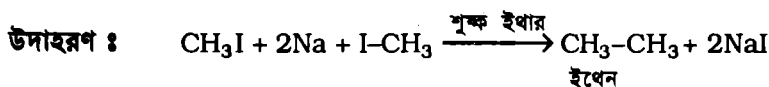
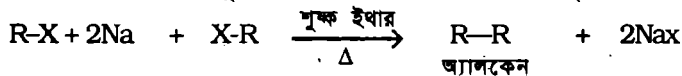
[সোডালাইম : গাঢ় কস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণে চুন (CaO) কে উত্তমরূপে মিশিয়ে ঐ মিশ্রণ থেকে উত্তাপের সাহায্যে পানি বিতাড়িত করলে সে শুষ্ক সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) ও ক্যালসিয়াম অক্সাইডের মিশ্রণ পাওয়া যায়, তাকে সোডালাইম (NaOH + CaO) বলে। এটি প্রধানত কস্টিক সোডার কাজ করে। সোডা-লাইম সক্রিয়, সহজে গলে না। তাই কাচপাত্রে জমাট বাঁধে না এবং উৎপন্ন গ্যাস সহজেই বের হতে পারে।]

২। অ্যালকাইল হ্যালাইড ($R-X$) থেকে : $R-X$ কে জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করে অথবা উর্টজ বিক্রিয়ার সাহায্যে অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। যেমন,

(i) জায়মান H দ্বারা $R-X$ এর বিজারণ : জিংক ধাতু ও HCl এসিড মিশ্রণ থেকে উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা অ্যালকাইল হ্যালাইডকে বিজারিত করে অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়।



(ii) উর্টজ বিক্রিয়া দ্বারা : শুষ্ক ইথারে অ্যালকাইল হ্যালাইড ও সোডিয়াম ধাতু যোগ করে উত্তপ্ত করলে অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। উচ্চতর অ্যালকেন প্রস্তুতির এ প্রক্রিয়াকে উদ্ভাবকের নামানুসারে উর্টজ বিক্রিয়া বলে।



৫.৮ অ্যালকেনের ভৌত ধর্ম

Physical properties of alkane

(১) ভৌত অবস্থা, বর্ণ, গন্ধ : অ্যালকেন সমগোত্রীয় শ্রেণীর প্রথম চারটি যৌগ অর্থাৎ C_1 থেকে C_4 পর্যন্ত চারটি যৌগ বর্ণহীন গ্যাস, C_5 থেকে C_{17} পর্যন্ত তেরটি যৌগ বর্ণহীন, উদ্বায়ী ও পেটোলের ন্যায় গন্ধযুক্ত তরল, অবশিষ্ট C_{18} থেকে অ্যালকেনসমূহ বর্ণহীন গন্ধহীন মোম সদৃশ কঠিন পদার্থ। (২) দ্রাব্যতা : অপোলার সমযোজী যৌগ হওয়ায় অ্যালকেন পানিতে অদ্রবণীয়; অ্যালকেনসমূহ পানির সাথে কোন হাইড্রোজেন-বন্ধন করে না। কিন্তু জৈব দ্রাবক বেনজিন, ইথানল ও ইথারে অ্যালকেন দ্রবণীয়। আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে এদের দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। (৩) গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : শাখান্বিত সমাণুকগুলোর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক এদের সরল সমাণুক থেকে কম হয়।

অ্যালকেন :	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}
স্ফুটনাঙ্ক $^{\circ}C$:	-162	-88.6	-42	-1.0	36

যেমন, পেটেন, iso- পেটেন, neo-পেটেন- এ তিনটি অ্যালকেনের স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে $36^{\circ}C$, $28^{\circ}C$ ও $10^{\circ}C$ । এর কারণ হল, শাখান্বিত সমাণুকগুলো প্রায় গোলাকার গঠন হওয়ায় সরল সমাণুক চেয়ে এদের ড্যান্ডার ওয়ালস্ আকর্ষণ বল কম থাকে। উল্লেখ্য, সরল অ্যালকেন হেক্সেন থেকে C_9 ও C_{10} অ্যালকেন। উর্ধ্বদিকের অ্যালকেনসমূহের বেলায়ও পাশাপাশি দুই অ্যালকেন। এর স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য $25^{\circ}-30^{\circ}C$ এর মধ্যে থাকে। তাই আর্থিক পাতন প্রক্রিয়ায় উচ্চতর অ্যালকেনসমূহকে পৃথক করা বেশ জটিল। (৪) আণেপিক গুরুত্ব : অ্যালকেনের আঃ গুরুত্ব 1 থেকে কম অর্থাৎ অ্যালকেনসমূহ পানি থেকে হালকা। অ্যালকেনের আঃ ভর বৃদ্ধির সঙ্গে এদের আঃ গুরুত্ব ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায় কিন্তু সব সময় 1 থেকে কম থাকে।

৫.৯ অ্যালকেনের রাসায়নিক ধর্ম

Chemical Properties of Alkane

সক্রিয়তা : কোন যৌগের রাসায়নিক ধর্ম ঐ যৌগের গাঠনিক সংকেত, অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণুর তড়িৎ-ঋণাত্মকতা বন্ধন প্রকৃতি প্রভৃতির ওপর নির্ভরশীল। অ্যালকেন অণু হল প্রায় সমান তড়িৎঋণাত্মক C ও H মৌল দ্বারা

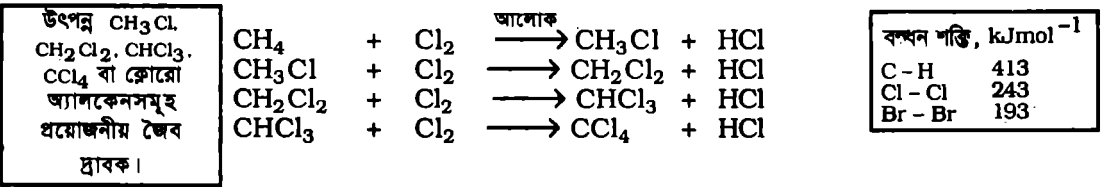
গঠিত সমযোজী যৌগ। [C ও H এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা হল যথাক্রমে 2.5 ও 2.1 একক]। যেহেতু C—H ও C—C সমযোজী সিগমা বন্ধনে ইলেকটন ঘনত্ব সর্বত্র প্রায় সমান থাকে; তাই এ প্রকার সিগমা (σ) বন্ধন মেরুবিশীন এবং বেশ স্থায়ী হয়। এজন্য সাধারণ আয়নিক বিকারক যেমন, তীব্র এসিড, ক্ষার, জারক, বিজারক ইত্যাদির সঙ্গে অ্যালকেন বিক্রিয়া করে না। তবে উচ্চ তাপমাত্রা ও চাপে অ্যালকেন অণুগুলোর σ বন্ধনের ভাঙনের ফলে 'ফ্রি রেডিকেল' বা 'মুক্ত মূলক' গঠন করে। সুতরাং অ্যালকেনের রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহকে নিম্নোক্ত তিন শ্রেণীতে আলোচনা করা যায়। যেমন,

- (১) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া
- (২) তাপীয় বিয়োজন বিক্রিয়া
- (৩) সমাণুকরণ।

৫.৯.১ অ্যালকেনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া Substitution reactions of alkane

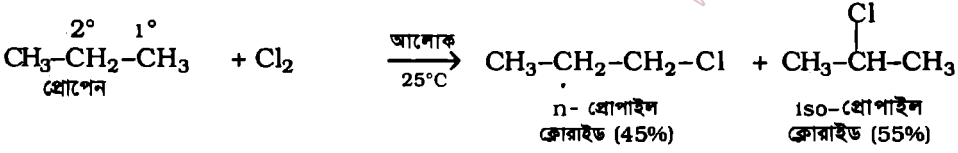
অ্যালকেনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অ্যালকেন অণু (R-H) এর এক বা একাধিক H-পরমাণু সক্রিয় পরমাণু বা মূলক যেমন, হ্যালোজেন ও নাইট্রোমূলক ($-\text{NO}_2$) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে নতুন যৌগ গঠন করে। হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা R-H এর H- পরমাণুর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াকে অ্যালকেনের হ্যালোজেনেশন বলে। অনুরূপভাবে R-H এর H- পরমাণুকে নাইট্রোমূলক দ্বারা প্রতিস্থাপনকে অ্যালকেনের নাইট্রেশন বলে।

১। অ্যালকেনের হ্যালোজেনেশন : মৃদু সূর্যালোকে, অতিবেগুনি রশ্মি (396 kJmol^{-1} শক্তি) বা উচ্চ তাপমাত্রায় (300°C – 400°C) হ্যালোজেন যেমন, ক্লোরিন ও ব্রোমিন পরমাণু দ্বারা অ্যালকেন জুগুর H-পরমাণু প্রতিস্থাপিত হয়ে থাকে। যেমন, সূর্যালোকের উপস্থিতিতে CH_4 এর সঙ্গে Cl_2 -এর বিক্রিয়ায় মিথেনের চারটি H-পরমাণু একে একে Cl পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl), মিথিলিন ক্লোরাইড (CH_2Cl_2), ক্লোরোফর্ম (CHCl_3) ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) উৎপন্ন হয় :

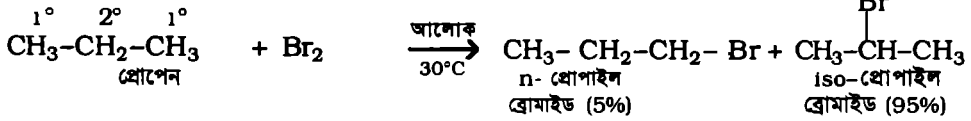


২। অ্যালকেনের কার্বন পরমাণুর প্রকৃতি ও হ্যালোজেনেশন : অ্যালকেনের H-পরমাণুর প্রতিস্থাপন যুক্ত কার্বন পরমাণুর প্রকৃতির অর্থাৎ 1° , 2° , 3° কার্বনের ওপর নির্ভর করে। 3° কার্বনের সঙ্গে যুক্ত H পরমাণু 2° কার্বন ও 1° কার্বনের সঙ্গে যুক্ত H পরমাণুর তুলনায় অধিক সক্রিয় হয়। যেমন, প্রোপেন ও বিউটেন-এর হ্যালোজেনেশন 1° কার্বনের তুলনায় 2° কার্বনে এবং 2° কার্বনের তুলনায় 3° কার্বনে বেশি হয়ে থাকে। যেমন,

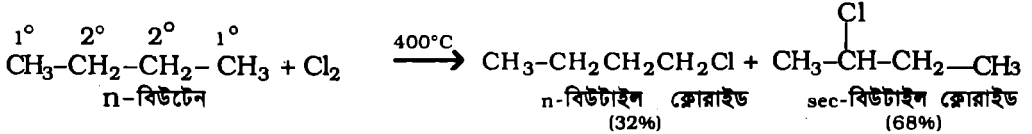
(ক) প্রোপেনের ক্লোরিনেশন :



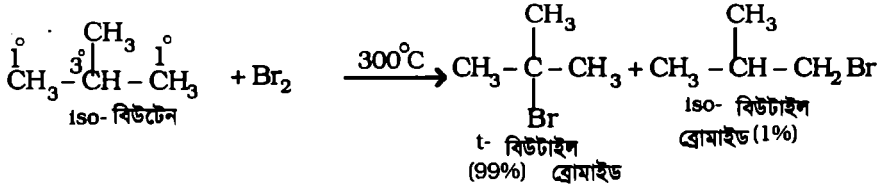
(খ) প্রোপেনের ব্রোমিনেশন



(গ) n-বিউটেনের ক্লোরিনেশন



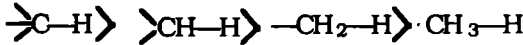
(ঘ) iso-বিউটেনের ব্রোমিনেশন



ওপরের উদাহরণ থেকে দেখা যায় যে, অ্যালকেনের প্রতিস্থাপনের ক্ষেত্রে-

হ্যালোজেনের সক্রিয়তার ক্রম হল : $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ এবং আয়োডিন দ্বারা অ্যালকেনে প্রতিস্থাপন ঘটে না।

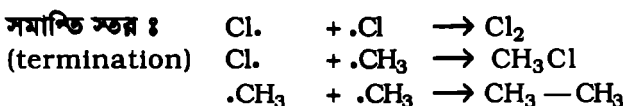
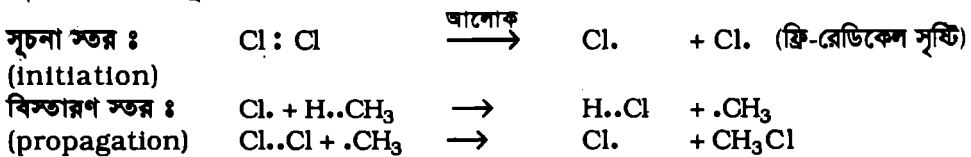
অ্যালকেনের H-পরমাণু প্রতিস্থাপনের সক্রিয়তার ক্রম : $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ > \text{CH}_3-\text{H}$ অর্থাৎ



হ্যালোজেনেশন বা ক্লোরিনেশন-এর ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজম

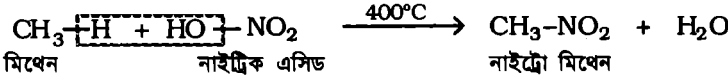
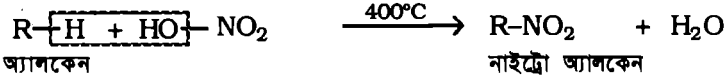
তাপ, সূর্যালোক অথবা অতিবেগুনি রশ্মির (396 kJmol^{-1} শক্তি) প্রভাবে অ্যালকেনে হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজম অনুসারে মূলত তিন স্তরে বিক্রিয়া ঘটে। যেমন, প্রথমে আলোক বা তাপশক্তির প্রভাবে ক্লোরিন (Cl_2) অণুর সুস্থ ভাঙনে ক্লোরিন ফ্রি-রেডিকেল উৎপন্ন হয়। এটি সূচনা স্তর (ধাপ-১)। উৎপন্ন ক্লোরিন ফ্রি-রেডিকেল অ্যালকেনের C-H বন্ধনকে আক্রমণ করে HCl ও অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিকেল (.R) উৎপন্ন করে। এটি বিস্তারণ স্তর (ধাপ-২)। এই সক্রিয় অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিকেল (.R) অপর একটি Cl_2 অণুর সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল ক্লোরাইড (RCl) ও নতুন ক্লোরিন ফ্রি-রেডিকেল সৃষ্টি করে (ধাপ-৩)। এই ক্লোরিন

ফ্রি-রেডিকেল দ্বারা ধাপ-২ ও ধাপ-৩ এর পুনরাবৃত্তি ঘটতে থাকে। এরূপে অ্যালকাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হতে থাকে, এ শ্রেণীর বিক্রিয়াকে চেইন বিক্রিয়া (Chain reaction) বলে। পরিশেষে বিভিন্ন ফ্রি-রেডিকেল যুক্ত হয়ে বিক্রিয়া শেষ হয়। এটি সমাপ্তি স্তর। যেমন,



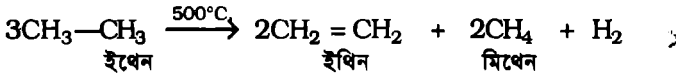
বন্ধনশক্তি, kJmol^{-1}	
C-H	413
Cl-Cl	243
Br-Br	193

৩। অ্যালকেনের নাইট্রেশন : প্রায় 400°C তাপমাত্রায় অ্যালকেন যেমন, মিথেন ও গাঢ় HNO₃ এসিডের বাষ্পকে একত্রে উত্তপ্ত করলে অ্যালকেন বা মিথেন অণু থেকে H পরমাণু নাইট্রো মূলক (-NO₂) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে নাইট্রো অ্যালকেন যেমন, নাইট্রো মিথেন উৎপন্ন হয়।

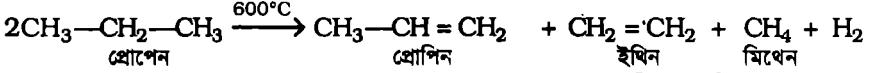


৫.৯.২ অ্যালকেনের তাপীয় বিয়োজন (Pyrolysis or cracking)

১। উচ্চ চাপ (3-4 atm) উচ্চ তাপমাত্রা 500°- 800°C এর মধ্যে অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে অ্যালকেনকে উত্তপ্ত করলে সিগমা -বন্ধন ভেঙে ফ্রি-রেডিকেল প্রস্তুত ও পুনর্মিলনে ক্ষুদ্র অণু সৃষ্টি করে। বিয়োজনের ফলে কী প্রকার অণু সৃষ্টি হবে তা নির্ভর করে অ্যালকেনের অণুর আকৃতি, প্রযুক্ত চাপ, তাপ ও প্রভাবকের ওপর। যেমন; ইথেনকে 500°C তাপমাত্রার ওপরে বায়ুর অনুপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে ইথেন অণুর তাপীয় বিয়োজনে ইথিন, মিথেন ও H₂ উৎপন্ন হয়। এরূপ বিক্রিয়াকে Pyrolysis বা Thermal cracking বলে। এ বিক্রিয়া ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজমে চলে।



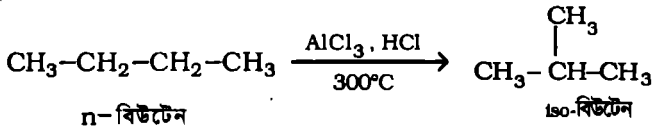
কিন্তু প্রোপেন 600°C তাপমাত্রায় তাপীয় বিয়োজনে প্রোপিন, ইথিন, মিথেন ও H₂ উৎপন্ন করে।



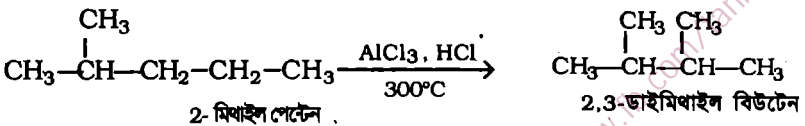
উল্লেখ্য Al₂O₃ অথবা SiO₂ প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকেনের প্রভাবকীয় তাপীয় বিয়োজন নিম্নতর তাপমাত্রায় যেমন 400°C-500°C এর মধ্যে ঘটে। প্রভাবক কেবল উত্তপ্ত তলে বিক্রিয়া ঘটায়। এটাকে catalytic cracking বলে।

৫.৯.৩ অ্যালকেনের সমাণুকরণ (Isomerism)

১। অনার্দ্র AlCl₃ ও HCl গ্যাসের মিশ্রণের উপস্থিতিতে 250°-300°C তাপমাত্রায় n-অ্যালকেনের সমাণুকরণের ফলে শাখায়ুক্ত অ্যালকেনে পরিণত হয়। যেমন,



তদ্রূপ, কম শাখায়ুক্ত অ্যালকেন সমাণুকরণ প্রক্রিয়ায় অধিক শাখায়ুক্ত অ্যালকেন সমাণু উৎপন্ন করে। যেমন,



মোটর গাড়ির জ্বালানি হিসেবে অধিক শাখায়ুক্ত অ্যালকেনসমূহ n-অ্যালকেন অপেক্ষা অধিক কার্যকরী হওয়ায় পেট্রোলিয়াম শিল্পে অ্যালকেন সমাণুকরণ প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। পেট্রোলিয়াম থেকে গ্যাসোলিন জ্বালানি এ পদ্ধতিতে প্রস্তুত করা হয়।

cracking দ্বারা অধিক উদ্বায়ী অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়।

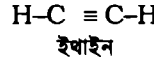
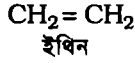
শাখায়ুক্ত অ্যালকেন উত্তম জ্বালানি।

অ্যালকিন, C_nH_{2n}

৫.১.১ অসম্পৃক্ত হাইড্রোজেন : অ্যালকিন ও অ্যালকাইন

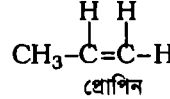
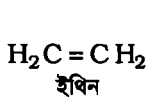
Unsaturated Hydrocarbons : Alkene and Alkyne

সংজ্ঞা : অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের মুক্ত কার্বন শিকলে কমপক্ষে একটি কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন অথবা ত্রিবন্ধন থাকলে তাদেরকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন দু শ্রেণীতে বিভক্ত; যেমন (১) অ্যালকিন ও (২) অ্যালকাইন। দ্বিবন্ধন যুক্ত হাইড্রোকার্বন হল অ্যালকিন এবং ত্রিবন্ধন যুক্ত হাইড্রোকার্বন হল অ্যালকাইন। যেমন,

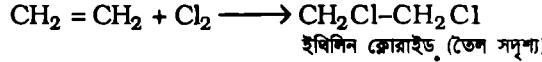


অ্যালকিনের সংজ্ঞা : যে সব মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে একটি মাত্র কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন থাকে, তাদেরকে অ্যালকিন বলে। অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত হল, C_nH_{2n} ; এখানে $n = 2, 3, 4$ ইত্যাদি।

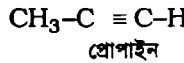
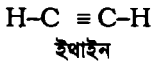
উদাহরণ : ইথিলিন বা ইথিন (C_2H_4), প্রোপাইলিন বা প্রোপিন (C_3H_6) হল অ্যালকিন সদস্য।



অ্যালকিনকে অলেফিনস্ (olefines) ও বলা হয়। ল্যাটিন Olefinis থেকে 'অলেফিনস্' নামের উৎপত্তি। 'অলেফিন' শব্দের অর্থ তৈল উৎপন্নকারী [L. oleum = oil, ficare = to make]। অ্যালকিনের নিম্নতর সদস্য ক্লোরিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে তৈল জাতীয় ডাইক্লোরাইড গঠন করে। তাই অ্যালকিন শ্রেণীকে অলেফিনস্ বলা হয়।



অ্যালকাইনের সংজ্ঞা : যে সব মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে একটি মাত্র কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন থাকে, তাদেরকে অ্যালকাইন বলে। অ্যালকাইনের অপর নাম অ্যাসিটাইলিনস্। অ্যালকাইনের সাধারণ সংকেত হল C_nH_{2n-2} ; এখানে $n = 2, 3, 4$ ইত্যাদি। যেমন অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন (C_2H_2), প্রোপাইন (C_3H_4) হল অ্যালকাইন সদস্য।

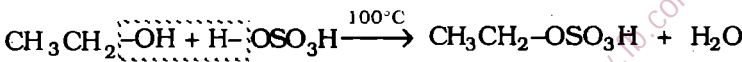


৫.১.২ পরীক্ষাগারে অ্যালকিন প্রস্তুতি

Preparation of alkene in the laboratory

পরীক্ষাগারে ইথিলিন বা ইথিন প্রস্তুতি :

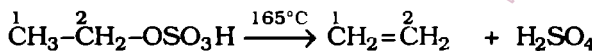
মূলনীতি : ইথানল ও দ্বিগুণ পরিমাণ গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণকে প্রায় $160^\circ - 170^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। প্রথমে 100°C তাপমাত্রায় ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট ও পানি উৎপন্ন হয়। পরে $160^\circ - 170^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট বিয়োজিত হয়ে ইথিলিন গ্যাস ও H_2SO_4 উৎপন্ন করে। গাঢ় H_2SO_4 নিরুদকরূপে ক্রিয়া করে।



ইথানল

সালফিউরিক এসিড

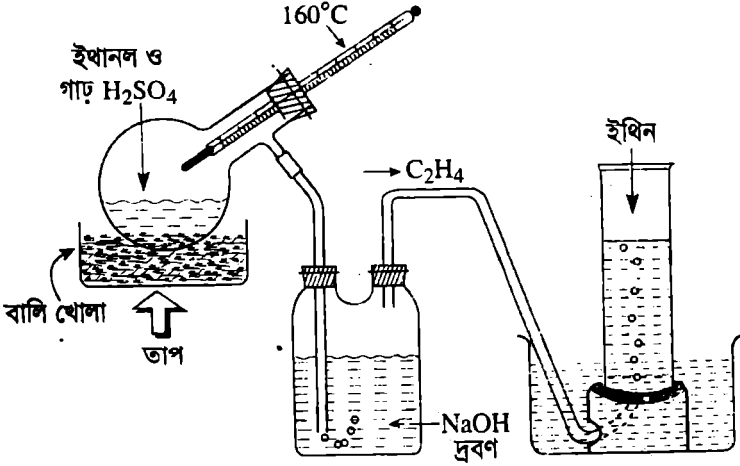
ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট



ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট

ইথিলিন বা ইথিন

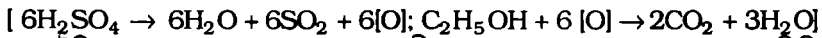
বর্ণনা : একটি গোলতলী ফ্লাস্কে এক আয়তন ইথানলের সাথে দুই আয়তন পরিমাণ গাঢ় সালফিউরিক এসিড (নিরুদক) নেয়া হয়। ফ্লাস্কের মুখে ছিপির সাহায্যে একটি থার্মোমিটার সংযুক্ত করা হয়। ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের সাথে সংযুক্ত নির্গম নলকে একটি ওয়াশ বোতলের সাথে যুক্ত করা হয়। ওয়াশ বোতলে কস্টিক সোডা দ্রবণ নেয়া হয়।



চিত্র ৫.৩ : পরীক্ষাগারে ইথিলিন বা ইথিন গ্যাস প্রস্তুতি।

বিক্রিয়া চলাকালে ফ্লাস্কের মধ্যে অতিরিক্ত ফেনা সৃষ্টি রোধ করার জন্য এর ভেতরে কয়েকটি কাচের টুকরা বা বালি [প্রায় 60g] ও সামান্য অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম সালফেট [যেমন, অ্যালকোহল 60 cm³ হলে অ্যালুমিনিয়াম সালফেট 8 g] যোগ করা হয়। অতঃপর ফ্লাস্কটিকে একটি বালি-খোলার ওপর রেখে 160°-170°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। ফলে নির্গম নল দিয়ে ইথিলিন গ্যাস বের হতে থাকে। কিছু ইথানল উত্তপ্ত গাঢ় H₂SO₄ দ্বারা জারিত হয়ে CO₂ ও SO₂ গ্যাসে পরিণত হয় এবং উৎপন্ন ইথিলিনের সাথে অপদ্রব্য হিসেবে মিশ্রিত থাকে।

বিশুদ্ধিকরণ : অপদ্রব্য মিশ্রিত উৎপন্ন গ্যাসকে কস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণ ভর্তি ওয়াশ বোতলের ভেতর দিয়ে চালনা করা হয়। ফলে অম্লীয় CO₂ ও SO₂ গ্যাস দ্বারা দ্রবণে শোষিত হয় এবং নির্গত ইথিলিনকে পানির নিম্নমুখী অপসারণ দ্বারা গ্যাস জারে সংগ্রহ করা হয়।



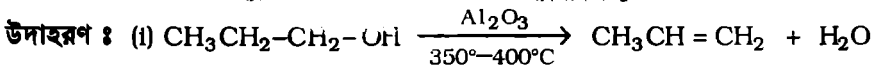
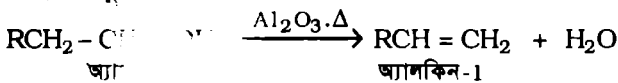
সতর্কতা : (১) ইথিন গ্যাস সংগ্রহ শেষ হলে গোলতলী ফ্লাস্ক ও ওয়াশ বোতলের সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে হয়। তা না হলে কস্টিক সোডা দ্রবণ ফ্লাস্কে শোষণ টানে ঢুকে পড়ে।

(২) এ বিক্রিয়ায় ইথানলের তুলনায় গাঢ় H₂SO₄ বেশি (প্রায় দ্বিগুণ) থাকা দরকার। নতুবা ইথিলিনের পরিবর্তে ডাইইথাইল ইথার উৎপন্ন হয়।

৫.১৩ অ্যালকিনের শিল্পোৎপাদন

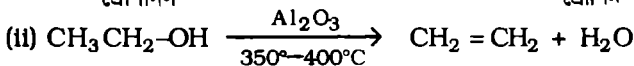
Manufacture of alkene

১। অ্যালকোহলের প্রভাবকীয় নিরুদন : প্রায় 350°-400°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত অ্যালুমিনা (Al₂O₃) বা থোরিয়া (ThO₂) পাউডারের ওপর দিয়ে অ্যালকোহলের বাষ্পকে চালনা করলে অ্যালকোহল থেকে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।



প্রোপানল

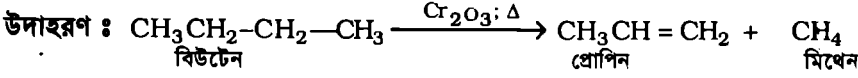
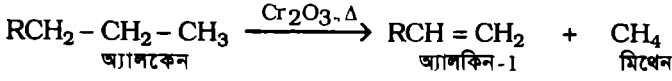
প্রোপিন



ইথানল

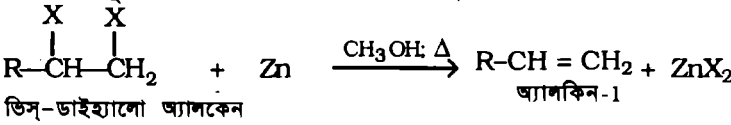
ইথিন

২। পেট্রোল বা অ্যালকেনের তাপবিয়োজন : উত্তমত ক্রোমিয়াম অক্সাইডের ওপর দিয়ে পেট্রোল-বাল্ক (অ্যালকেন) চালনা করলে অ্যালকেন অণু বিয়োজিত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।

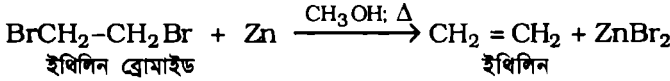


৩। ডাইহ্যালো অ্যালকেন থেকে X_2 অপসারণ প্রক্রিয়ায় : অ্যালকেনের দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু দুটি হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে ঐ যৌগকে ডাইহ্যালো অ্যালকেন বলে। দুটি হ্যালোজেন পরমাণু একই কার্বন পরমাণুতে যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে জেম-ডাইহ্যালোইড (geminal-এর সংক্ষেপে gem.) এবং পাশাপাশি দুটি কার্বন পরমাণুতে যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে ভিস্-ডাইহ্যালোইড (vicinal-এর সংক্ষেপে vic.) বলা হয়।

ভিস্-ডাইহ্যালো অ্যালকেনকে জিংক ধাতুর গুঁড়া ও মিথানলসহ উত্তমত করলে হ্যালোজেন পরমাণু দুটি জিংক হ্যালাইড (ZnX_2) রূপে অপসারিত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।



উদাহরণ : ইথিলিন ব্রোমাইডকে জিংক ও মিথানলের সাথে উত্তমত করলে ইথিলিন উৎপন্ন হয়।



৫.১৪ অ্যালকিনের ভৌত ধর্ম (Physical properties of alkene)

১। ভৌত অবস্থা, বর্ণ, গন্ধ : অ্যালকিনের প্রথম তিনটি সদস্য (C_2 থেকে C_4) যেমন, ইথিলিন, প্রোপিলিন ও বিউটিলিন সাধারণ অবস্থায় গ্যাসীয়। পরবর্তী C_5 থেকে C_{15} কার্বন পরমাণুবিধিষ্ট অ্যালকিনসমূহ তরল এবং এদের পরবর্তী সদস্যগুলো কঠিন। ইথিলিনের সুগন্ধ আছে, অন্যান্য অ্যালকিন বর্ণহীন ও গন্ধহীন।

(২) দ্রাব্যতা : অ্যালকিন সমযোজী যৌগ হওয়ায় পানিতে অদ্রবণীয়; কিন্তু জৈব দ্রাবক ইথার, অ্যালকোহল ইত্যাদিতে দ্রবণীয়।

(৩) গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে অ্যালকিন সদস্যের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়। অধিকন্তু শাখাযুক্ত অ্যালকিনের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক এদের সরল সমাণু থেকে কম হয়।

(৪) আঃ গুরুত্ব : অ্যালকিন সদস্যের ঘনত্ব 0.566 থেকে ক্রম বৃদ্ধি পেয়ে 0.8 এর মধ্যে থাকে; অর্থাৎ এরা পানি থেকে হালকা।

৫.১৫ অ্যালকিনের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of alkene)

সক্রিয়তা : অ্যালকিনের 'কার্যকরী মূলক' হল কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন $\text{>C}=\text{C}<$ এবং তা হল একটি সিগ্‌মা (σ -) বন্ধন ও একটি পাই (π -) বন্ধনের সমন্বয়। যেহেতু দুটি কার্বন পরমাণুর $\pi \text{sp}^2 - \text{sp}^2$ হাইব্রিড অরবিটালের 'মুখোমুখি' অধিক্রমণে σ বন্ধনটি সৃষ্টি, তাই সেটা একটি শক্তিশালী সমযোজী বন্ধন; কিন্তু π বন্ধনটি হল ঐ কার্বন পরমাণুর অসংকরিত অরবিটালদ্বয়ের (যেমন, $2p_z^1$) পাশাপাশি অধিক্রমণে সৃষ্টি একটি দুর্বল সমযোজী বন্ধন। অ্যালকেন ও অ্যালকিনে যথাক্রমে $\text{C}-\text{C}$ বন্ধন শক্তি, ও $\text{C}=\text{C}$ দ্বিবন্ধন শক্তি হল 347 kJmol^{-1} ও 612 kJmol^{-1} । দ্বিবন্ধনে একটি σ বন্ধন ও একটি π বন্ধন থাকে। সুতরাং π বন্ধন শক্তি হল $(612-347) = 265 \text{ kJmol}^{-1}$ । তাই σ বন্ধন ঠিক রেখে π বন্ধন ভাঙা সহজ। আবার দুর্বল π বন্ধনের ইলেকটন সম্পূর্ণ সঞ্চরণশীল হওয়ায়, দ্বিবন্ধনযুক্ত দুই কার্বন পরমাণুতে 'মেরু প্রবণতা' প্রদর্শিত হয়। তখন বিশেষত ইলেকট্রোফাইলের প্রভাবে দ্বিবন্ধনের দুই কার্বন পরমাণুর একটিতে ধনাত্মক চার্জ ও অপরটিতে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়। ফলে বিক্রিয়কের দুই অংশ এই দুই কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয়ে 'ইলেকট্রন আকর্ষী যুত বিক্রিয়া' (Electrophilic addition) দিয়ে থাকে।

সুতরাং কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের কারণে অ্যালকিনসমূহ প্রধানত নিম্নোক্ত শ্রেণীর বিক্রিয়া দেয় :

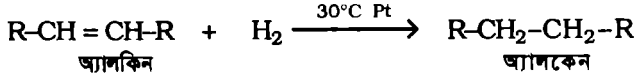
(১) যুত বিক্রিয়া, (২) জারণ বিক্রিয়া ও (৩) পলিমারকরণ বিক্রিয়া।

৫.১৫.১ অ্যালকিনের যুত বিক্রিয়া

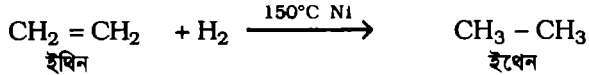
Addition reactions of alkene

হাইড্রোজেন, হ্যালাজেন, হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) ও হাইপো হ্যালাস এসিড (HOX), গাঢ় H_2SO_4 , ওজোন প্রভৃতি বিকারক অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের সঙ্গে যুত বিক্রিয়ার মাধ্যমে যুত যৌগ গঠন করে। বিক্রিয়াকালে π বন্ধন ভেঙে যায় :

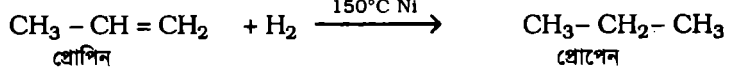
১। হাইড্রোজেন সংযোজন : সূক্ষ্ম Pt বা Pd প্রভাবকের উপস্থিতিতে কক্ষতাপমাত্রা ও চাপে এবং Ni প্রভাবকের বেলায় অধিক চাপ ও $150^\circ-180^\circ C$ তাপমাত্রায় অ্যালকিনের সঙ্গে H_2 যুক্ত হয়ে অ্যালকেন উৎপন্ন করে।



উদাহরণ- ১। প্রায় $150^\circ C$ তাপমাত্রায় উল্লম্ব নিকেল গুঁড়া প্রভাবকের উপস্থিতিতে ইথিন ও H_2 গ্যাসের যুত বিক্রিয়ায় ইথেন উৎপন্ন হয়।



উদাহরণ- ২। প্রায় $150^\circ C$ তাপমাত্রায় উল্লম্ব নিকেল (Ni) গুঁড়া প্রভাবকের উপস্থিতিতে প্রোপিন ও H_2 গ্যাসের যুত বিক্রিয়ায় প্রোপেন উৎপন্ন হয়।



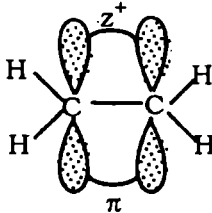
প্রভাবকীয় H_2 সংযোজন দ্বারা সূর্যমুখী তৈল, বাদাম তৈল থেকে ডালডা ঘি, মার্জারিন বা কৃত্রিম মাখন প্রস্তুত করা হয়। তৈল হল উচ্চতর অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডের গ্লিসারিন এস্টার; (৯.৩০ অনুচ্ছেদ)।

● অ্যালকিনে যুত বিক্রিয়ার সাধারণ কৌশল বা মেকানিজম

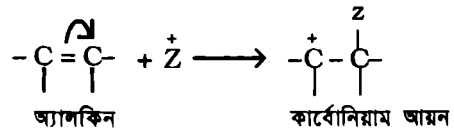
কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের π ইলেকটনদ্বয় সঞ্চরণশীল (moveable); তাই কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ইলেকটন আকর্ষী বিকারকের নিকট ইলেকটন দাঅরূপে কাজ করে। বিকারকসমূহ যেমন, Cl_2 , Br_2 , HCl , $HOBr$, H_2SO_4 , H_2O প্রভৃতি দ্রবণে অথবা অ্যালকিনের π ইলেকটনের প্রভাবে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক দুই অংশে বিভক্ত হয়ে পড়ে। ধনাত্মক অংশ (Z^+) অ্যালকিনের দ্বিবন্ধনের কাছে ইলেকট্রোফাইলরূপে আগমনের ফলে দ্বিবন্ধনের π ইলেকটনদ্বয় বিকারকের প্রতি আকৃষ্ট হতে থাকে।

তখন দ্বিবন্ধনের এক কার্বনে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয় ও ইলেকট্রোফাইল সঙ্গে সঙ্গে এতে যুক্ত হয়। ফলে ক্ষণস্থায়ী কার্বোনিয়াম আয়ন (C^+) সৃষ্টি হয় ও ত্বরিত গতিতে তা বিকারকের ঋণাত্মক অংশের সঙ্গে যুক্ত হয়ে যুত যৌগ গঠন করে।

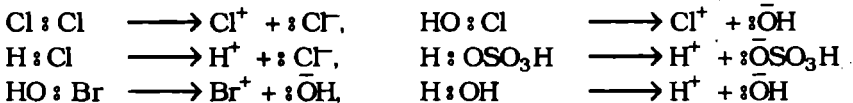
ইলেকট্রোফাইল, Z^+ কর্তৃক সঞ্চরণশীল π ইলেকটন মেঘ আকৃষ্ট



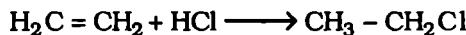
Z^+ দ্বারা π ইলেকটন মেঘ আকৃষ্ট।



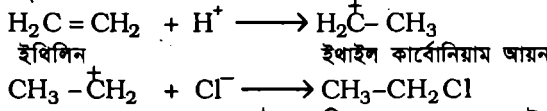
বিকারক থেকে ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল দ্রবণে বা π ইলেকটনের প্রভাবে নিম্নরূপে সৃষ্টি হয় :



উদাহরণ-১। ইথিলিন ও HCl এর বিক্রিয়া : HCl -এর জলীয় দ্রবণে ইথিলিন বা ইথিন এর যুত বিক্রিয়ায় ইথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

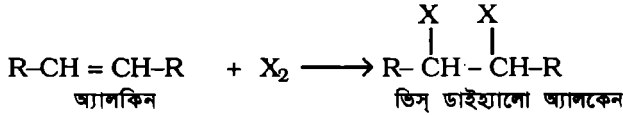


সংযোজন কৌশল : HCl দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয়ে H⁺ ও Cl⁻ উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে ইলেকট্রোফাইল H⁺ দ্বিবন্ধনের যতই নিকটতর হতে থাকে, দ্বিবন্ধনের সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন ততই H⁺ এর নিকটবর্তী C পরমাণুর দিকে অগ্রসর হয় এবং সেই C পরমাণুর সঙ্গে π ইলেকট্রন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে যায়। ফলে ধনাত্মক ইথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়। সদ্যজাত কার্বোনিয়াম আয়ন ত্বরিত গতিতে নিকটস্থ ক্লোরাইড (Cl⁻) আয়নের সঙ্গে যুক্ত হয়ে ইথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

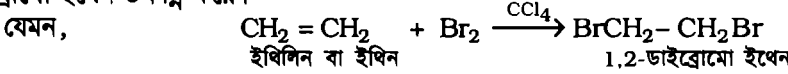


একই নিয়মে HOCl, HOBr, H₂SO₄, H₂O(H⁺) প্রভৃতির ধনাত্মক আয়ন ইলেকট্রোফাইলরূপে অ্যালকিনের ওপরক্রিয়া করে প্রথমে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি করে এবং শেষে বিকারকের ঋণাত্মক অংশ ধনাত্মক কার্বোনিয়াম আয়নে যুক্ত হয়ে যুত যৌগ উৎপন্ন করে।

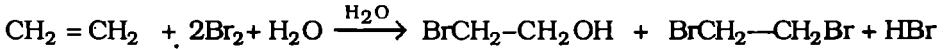
২। হ্যালোজেন (X₂) সংযোজন : সাধারণ তাপমাত্রায় বা সামান্য উষ্ণতায় অ্যালকিনের সঙ্গে হ্যালোজেন অণু দ্রুত যুত বিক্রিয়া করে সন্নিহিত ডাইহ্যালাইড বা vic. ডাইহ্যালাইড উৎপন্ন করে। (vic = vicinal = পাশাপাশি)।



উদাহরণ : কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl₄) দ্রাবকে দ্রবীভূত ব্রোমিনের সাথে ইথিলিন বিক্রিয়া করে 1,2-ডাইব্রোমো ইথেন উৎপন্ন করে।



কিন্তু ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণে ইথিলিনের বিক্রিয়ার ফলে 2- ব্রোমো ইথানল, 1, 2-ডাইব্রোমো ইথেন ও HBr এর মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



হ্যালোজেনসমূহের সক্রিয়তার ক্রম হল, F > Cl > Br > I ; কার্বন ক্লোরিন ও ব্রোমিন এই দুই হ্যালোজেন জৈব বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। কারণ ফ্লোরিন খুব বেশি সক্রিয় হওয়ায় প্রচণ্ড বিস্ফোরণসহ বিক্রিয়া ঘটে এবং আয়োডিন কম সক্রিয় ও উৎপন্ন ডাইআয়োডাইড অস্বাভাবিক।

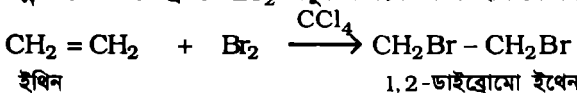
২। (ক) অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ ও অসম্পৃক্ততা : কোন জৈব যৌগে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (১টি σ বন্ধন ও ১টি π বন্ধন) অথবা কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন (১টি σ বন্ধন ও ২টি π বন্ধন) থাকলে ঐ যৌগকে অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ বলে। যেমন, ইথিন (H₂C = CH₂) , ইথাইন (HC ≡ CH)

জৈব যৌগে কার্বন-কার্বন π বন্ধনের উপস্থিতিজনিত ধর্মাবলিকে জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা বলে।

(খ) জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা : ব্রোমিন (Br₂) দ্রবণসহ : গাঢ় লাল বর্ণের তরল ব্রোমিনকে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl₄)-এ দ্রবীভূত করে 5% দ্রবণ তৈরি করা হয়। ব্রোমিনের এ দ্রবণটি লাল বর্ণের হয়। কোন

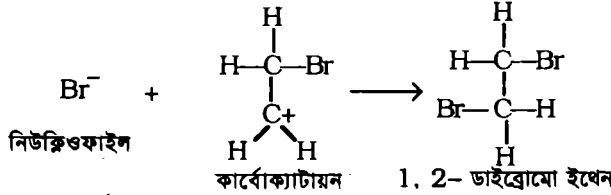
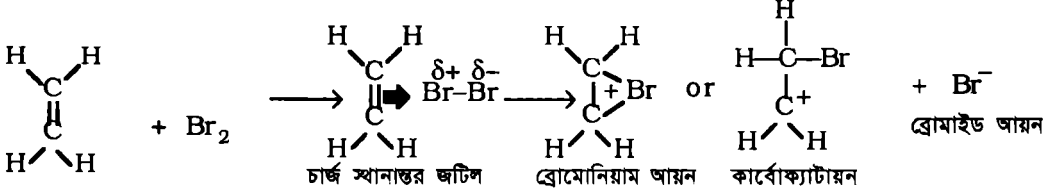
Br ₂ এর লাল বর্ণ পরিবর্তন দ্বারা π বন্ধনের শনাক্তকরণ	জৈব যৌগের সঙ্গে ব্রোমিনের লাল দ্রবণ মিশানোর পর যদি ব্রোমিনের লাল বর্ণ সঙ্গে সঙ্গে দূরীভূত হয়, তবে জৈব যৌগটি অসম্পৃক্ত অর্থাৎ ঐ পরীক্ষাধীন জৈব যৌগে কার্বন-কার্বন π বন্ধন উপস্থিত প্রমাণ করে। তাই জৈব যৌগ ও ব্রোমিন দ্রবণের এ বিক্রিয়াকে জৈব যৌগের
---	---

অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা বলে। যেমন, দ্বিবন্ধনযুক্ত ইথিনের সঙ্গে ব্রোমিন দ্রবণের যুত বিক্রিয়ায় বর্ণহীন 1, 2-ডাইব্রোমো ইথেন উৎপন্ন করে। ফলে দ্রবণে Br₂ অণুর অভাবে তা বর্ণহীন দেখায়।

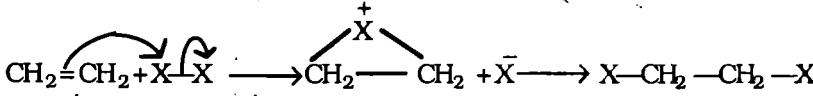


ব্রোমিনের সংযোজন কৌশল :

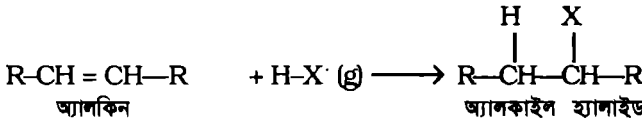
(১) অ্যালকিনের π ইলেকট্রনের প্রভাবে ব্রোমিন অণু (Br_2) ডাইপোল ($\overset{\delta+}{\text{Br}} - \overset{\delta-}{\text{Br}}$) সৃষ্টি করে। (২) এই ডাইপোলের δ^+ Br পরমাণু অ্যালকিনের π বন্ধনের ইলেকট্রনঘরের সাথে বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে এবং Br পরমাণুঘরের শেয়ারকৃত ইলেকট্রনকে বিকর্ষণ করায় ব্রোমাইড (Br^-) আয়ন পৃথক হয়ে পড়ে। (৩) ফলে ক্ষণস্থায়ী ব্রোমোনিয়াম আয়ন বা কার্বোক্যাটায়ন (C^+) সৃষ্টি হয় এবং তার সাথে ত্বরিত গতিতে নিউক্লিওফাইল ব্রোমাইড আয়ন (Br^-) যুক্ত হয়ে যুত যৌগ গঠন করে। যেমন,



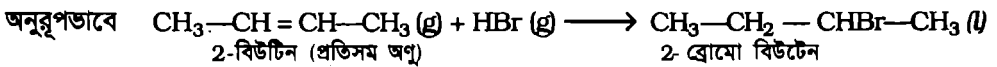
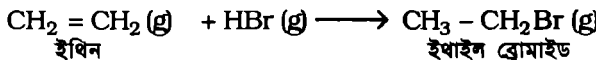
হ্যালোজেন সংযোজনের সুপ্রতিষ্ঠিত এ মেকানিজমকে নিম্নরূপেও প্রকাশ করা হয়।



৩। হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) সংযোজন : সাধারণ তাপমাত্রায় বা সামান্য উষ্ণতায় হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সঙ্গে অ্যালকিনের যুত বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সক্রিয়তার ক্রম হল হ্যালোজেনের বিপরীত। যেমন, $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ ।

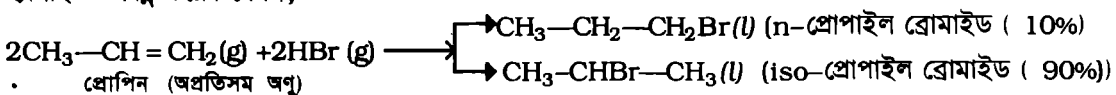


উদাহরণ : কক্ষ তাপমাত্রায় ইথিন ও হাইড্রোজেন ব্রোমাইড গ্যাস যুত বিক্রিয়ায় ইথাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন করে।



উপরিউক্ত ইথিন ও 2-বিউটিন হল দুটি প্রতিসম অ্যালকিন। কারণ দ্বিবন্ধনযুক্ত দুটি কার্বন পরমাণুতে সমান সংখ্যক H পরমাণু যুক্ত আছে। এরূপ প্রতিসম অ্যালকিনসমূহ হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) এর সাথে বিক্রিয়ায় একটি মাত্র অ্যালকাইল হ্যালাইড গঠন করে; যেমন, ওপরের দুটি বিক্রিয়ায় তা ঘটেছে।

অপরদিকে, অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বনের দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণু দুটির সাথে অসম সংখ্যক H পরমাণু যুক্ত থাকলে তাদেরকে অপ্রতিসম অ্যালকিন বলে। অপ্রতিসম অ্যালকিনসমূহ যেমন, প্রোপিন ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$) এর সাথে হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) বিক্রিয়া করলে, তখন দুটি যৌগ যেমন, n- প্রোপাইল হ্যালাইড ও iso- প্রোপাইল হ্যালাইড উৎপন্ন করে। যেমন,



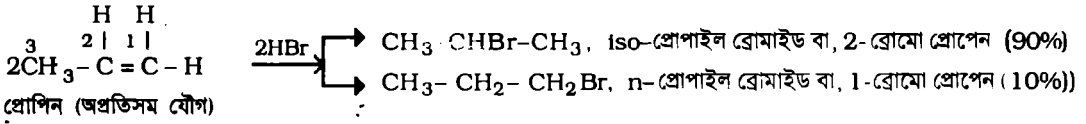
এক্ষেত্রে বহু পরীক্ষা-নিরীক্ষায় দেখা যায়, 90% iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড ও 10% n-প্রোপাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়। নিচে এর কারণ মারকনিকভের নিয়ম দ্বারা ব্যাখ্যা করা হল :

৪। মারকনিকভের নিয়ম (Markovnikov's rule) : অপ্রতিসম হাইড্রোকার্বনের সঙ্গে অপ্রতিসম বিকারক যেমন, HX এর বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর রুশ বিজ্ঞানী মারকনিকভ 1870 খ্রিস্টাব্দে যে সূত্রটি দেন, তা মারকনিকভের নিয়ম নামে পরিচিত। মারকনিকভের নিয়মটি নিম্নরূপ :

“অপ্রতিসম অসম্পৃক্ত জৈব যৌগের সঙ্গে অপ্রতিসম বিকারকের যুত বিক্রিয়ায় বিকারক অণুর ঋণাত্মক অংশ সাধারণত কম সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুবিশিষ্ট অসম্পৃক্ত কার্বন পরমাণুতে যুক্ত হয়।”

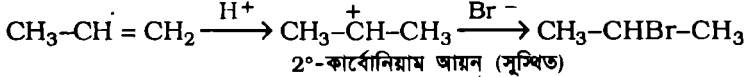
অন্য কথায় মারকনিকভের নিয়মের বিবৃতি হল, অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন যুক্ত দুই কার্বনের যেটিতে বেশি সংখ্যক H পরমাণু থাকে, বিকারকের H পরমাণুটিও সে কার্বন পরমাণুতে যুক্ত হবে। [এ যেন তেলে মাথায় তেল দেয়ার মত]।

উদাহরণ : হ্যালোজেন এসিড (HX) এর ঋণাত্মক ও ধনাত্মক অংশ হল যথাক্রমে X^- ও H^+ কাজেই প্রোপিনের ও HBr এর বিক্রিয়ায় iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড প্রধান উৎপাদ হবে।



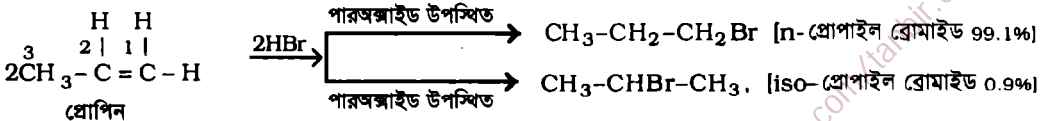
ব্যাখ্যা : উপরিউক্ত উদাহরণে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড (H-Br) একটি অপ্রতিসম বিকারক। এর ঋণাত্মক অংশ Br⁻ এবং ধনাত্মক অংশ H⁺ এবং অপ্রতিসম প্রোপিনের 1 নং কার্বনে বেশি সংখ্যক অর্থাৎ দুটি H-পরমাণু এবং 2 নং কার্বনে কম সংখ্যক অর্থাৎ একটি H পরমাণু যুক্ত আছে। তাই মারকনিকভের নিয়ম অনুসারে, প্রধানত প্রোপিনের 1 নং কার্বনের সাথে ধনাত্মক অংশ H⁺ ও 2 নং কার্বনের সাথে ঋণাত্মক অংশ Br⁻ যুক্ত হবে। সুতরাং এক্ষেত্রে প্রধান উৎপাদ হয়েছে iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড বা 2-ব্রোমো প্রোপেন (যা 90% পরিমাণ)।

এক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি আয়নিক কৌশলে ইলেকট্রোফিলিক যুত বিক্রিয়া অনুসারে ঘটে। যেমন,



৫। বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম (Anti-Markovnikov's rule) : বিজ্ঞানী খারাস (Kharasch) 1933 খ্রিস্টাব্দে পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর দেখান যে, স্বল্প পরিমাণ জৈব পারঅক্সাইড যেমন, অ্যালকাইল পারঅক্সাইড (RO-OR) এর উপস্থিতিতে অপ্রতিসম অ্যালকিনের সঙ্গে অপ্রতিসম বিকারক যেমন, HBr এর বিক্রিয়ার ফল মারকনিকভের নিয়মের বিপরীতভাবে ঘটে; অর্থাৎ বেশি সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুবিশিষ্ট অসম্পৃক্ত কার্বন পরমাণুতে বিকারকের ঋণাত্মক অংশ যুক্ত হয়। একে খারাসের পারঅক্সাইড ফলাফল (peroxide effect) বা বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম বলে।

উদাহরণ : স্বল্প পরিমাণ অ্যাসিটাইল পারঅক্সাইড বা বেনজোয়িল পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে প্রোপিন ও HBr-এর যুত বিক্রিয়ায় প্রায় 99.1% n-প্রোপাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়; iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড মাত্র 0.9% পরিমাণে উৎপন্ন হয়। যেমন,



ব্যাখ্যা : পারঅক্সাইড থেকে উৎপন্ন জৈব পারঅক্সাইড (RO.) ফ্রি-রেডিকেল দ্বারা HBr থেকে হাইড্রোজেন ও ব্রোমিন ফ্রি-রেডিকেল উৎপন্ন করে। ব্রোমিন ফ্রি-রেডিকেল অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন যুক্ত দুই কার্বন পরমাণুর মধ্যে বেশি সংখ্যক H পরমাণু যুক্ত C-পরমাণুতে যুক্ত হয়ে অধিক স্থায়ী 2°-ফ্রি-রেডিকেল উৎপন্ন করে, পরে এর সাথে অবশিষ্ট H পরমাণু যুক্ত হয়ে n-অ্যালকাইল ব্রোমাইড সৃষ্টি করে। ফ্রি-রেডিকেলের স্থায়িত্ব ক্রম হল 3° > 2° > 1°.

অ্যালকিনের সাথে HBr এর বিক্রিয়ার বেলায় পারঅক্সাইড প্রভাব পরিলক্ষিত হয়। অন্য কোন হ্যালোজেন এসিড বা হাইড্রোজেন হ্যালাইডের বেলায় দেখা যায় না।

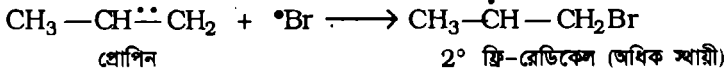
পারঅক্সাইড প্রভাব-এর ক্রিয়া-কৌশল

১ম ধাপ : $R-O-O-R \longrightarrow 2RO^{\bullet}$ (জৈব পার অক্সাইড ফ্রি-রেডিকেল)

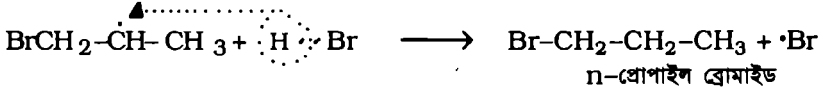
$RO^{\bullet} + H:Br \longrightarrow R^{\bullet}OH + Br^{\bullet}$ (ব্রোমিন ফ্রি-রেডিকেল)

২য় ধাপ : মুক্ত ব্রোমিন পরমাণু অ্যালকিনকে আক্রমণ করে অধিক স্থায়ী ২° ব্রোমো অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিকেল

গঠন করে।



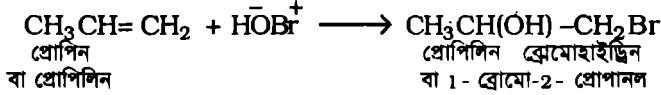
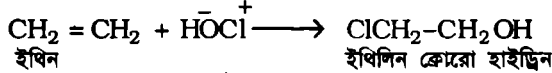
৩য় ধাপ : এখন ২° ফ্রি-রেডিকেল HBr এর সাথে বিক্রিয়ায় বিপরীত মারকনিকভ উৎপাদ n-প্রোপাইল ব্রোমাইড এবং ব্রোমিন ফ্রি-রেডিকেল সৃষ্টি করে; যা আবার অ্যালকিনের সাথে বিক্রিয়া করে থাকে।



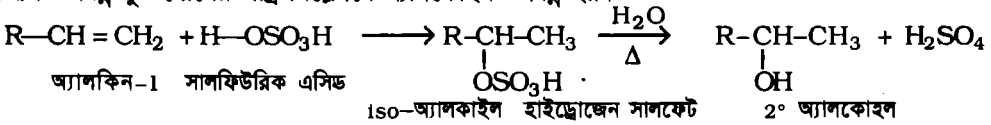
দ্রষ্টব্য : মারকনিকভের নিয়ম ও বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম-এ দুটির ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার কৌশলের মধ্যে পার্থক্য হল- (i) মারকনিকভের নিয়মের বেলায় ইলেকট্রোফিলিক আয়নিক কৌশল অনুসারে যুত বিক্রিয়া ঘটে।

(ii) বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম মতে জৈব পারঅক্সাইডের প্রভাবে ফ্রি-রেডিকেল সৃষ্টির পর যুত বিক্রিয়া ঘটে।

৬। হাইপোহ্যালোস এসিড (HOX) সংযোগ : হাইপোহ্যালোস এসিড অ্যালকিনের সাথে বিক্রিয়ায় হ্যালোহাইড্রিন উৎপন্ন করে। মারকনিকভের নিয়ম এক্ষেত্রে অনুসৃত হয়; তবে OH- মূলক ঋণাত্মক ও হ্যালোজেন-পরমাণু ধনাত্মক (X⁺) রূপে ক্রিয়া করে। পানিতে Cl₂ ও Br₂ দ্রবণ একই প্রকার বিক্রিয়া করে।

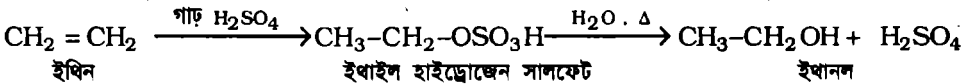


৭। সালফিউরিক এসিড (H₂SO₄) সংযোজন : কক্ষ তাপমাত্রায় গাঢ় H₂SO₄ অ্যালকিনের সঙ্গে যুত বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেট গঠন করে। এক্ষেত্রেও অপ্রতিসম অ্যালকিনের বেলায় মারকনিকভের সূত্র প্রযোজ্য। উৎপন্ন যুত যৌগের আর্দ্র বিশ্লেষণে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

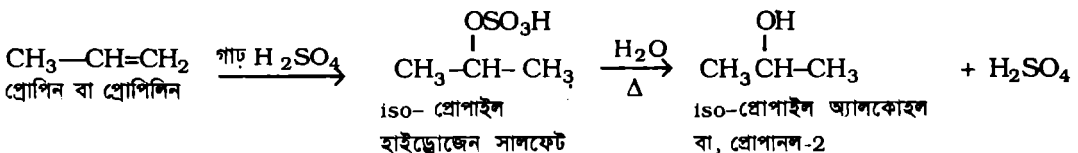


এ বিক্রিয়ার সাহায্যে অ্যালকিন থেকে অধিক পরিমাণ অ্যালকোহল প্রস্তুত করা যায়। কারণ এ অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেটকে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন,

উদাহরণ-১। ইথিন বা ইথিলিন গ্যাস কক্ষ তাপমাত্রায় গাঢ় H₂SO₄ এর সাথে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন করে। উৎপন্ন যৌগকে পানিসহ উত্তপ্ত করে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে ইথানল উৎপন্ন হয়।



উদাহরণ-২। প্রোপিন গ্যাস কক্ষ তাপমাত্রায় গাঢ় H₂SO₄ এর সাথে যুত বিক্রিয়ায় iso-প্রোপাইল হাইড্রোজেন সালফেট এবং তাকে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে iso-প্রোপাইল অ্যালকোহল বা প্রোপানল-২ উৎপন্ন হয়।

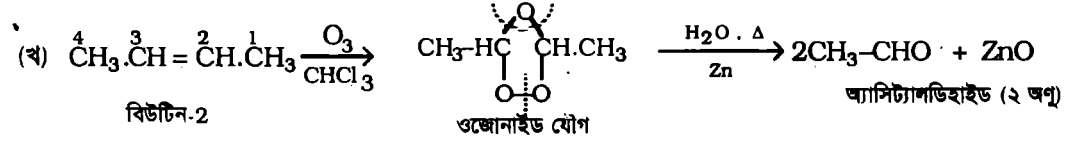
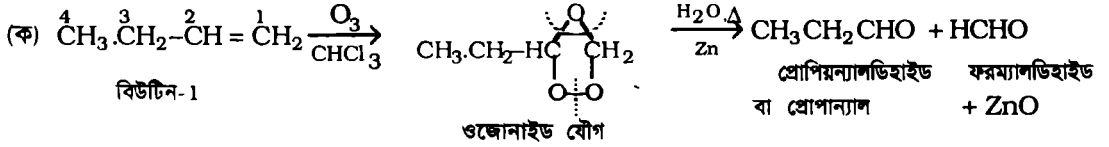


৮। অ্যালকিনের সঙ্গে ওজোন সংযোজন : দ্বিবন্ধনের অবস্থান নির্ণয় : নিষ্ক্রিয় দ্রাবক ক্লোরোফর্ম (CHCl₃) বা কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে (CCl₄-এ) অ্যালকিনকে দ্রবীভূত করে, শীতল দ্রবণে ওজোন গ্যাস চালনা করলে প্রতি দ্বিবন্ধনে এক অণু ওজোনযুক্ত হয় এবং ওজোনাইড নামক যুত যৌগ গঠন করে। এক্ষেত্রে দ্বিবন্ধনের

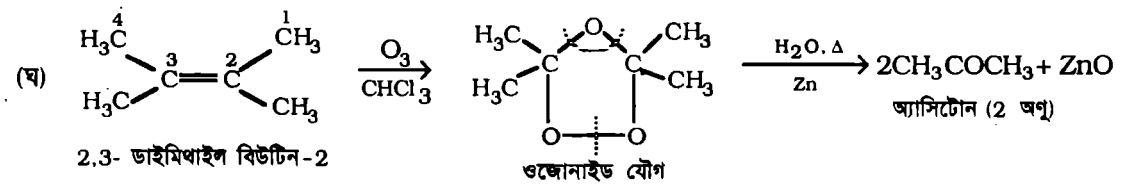
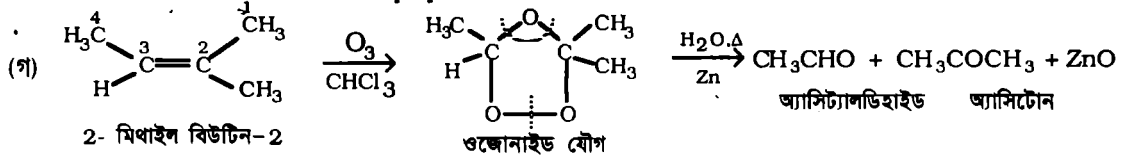
ওজোন সংযোজন দ্বারা C=C এর অবস্থান নির্ণয়।

σ ও π বন্ধন দুটি ভেঙে ওজোনাইড গঠিত হয়। উৎপন্ন ওজোনাইড আর্দ্র বিশ্লেষণে ভেঙে গিয়ে অ্যালকিনের গঠন ও দ্বিবন্ধনের অবস্থান অনুযায়ী অ্যালডিহাইড বা কিটোন ও H₂O₂ উৎপন্ন হয়। জিক্স গুঁড়া যোগ করে উৎপন্ন H₂O₂ কে নষ্ট করা হয়; নতুবা তা উৎপন্ন অ্যালডিহাইডকে

জারিত করে কার্বক্সিলিক এসিডে পরিণত করতে পারে। যেমন,



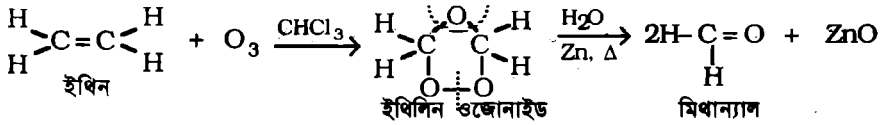
সিদ্ধান্ত : অতএব, ওজোনাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণে ফরম্যালডিহাইড ও প্রোপান্যাল বা প্রোপিয়ন্যালডিহাইড মিশ্রণ পাওয়া গেলে, অ্যালকিনটি বিউটিন-1 হবে এবং ওজোনাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণে শুধু দুই অণু অ্যাসিট্যালডিহাইড উৎপন্ন হলে, অ্যালকিনটি বিউটিন-2 হবে।



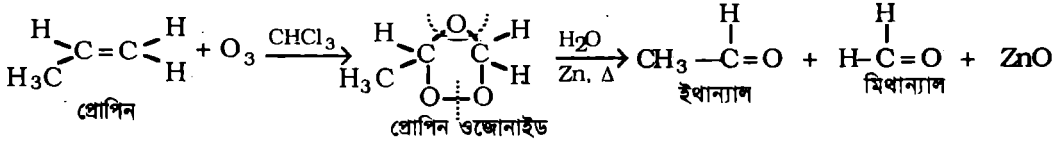
আবার ওজোনাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণে অ্যাসিট্যালডিহাইড ও অ্যাসিটোনের মিশ্রণ পাওয়া গেলে, অ্যালকিনটি 2-মিথাইল বিউটিন-2 হবে। কিন্তু ওজোনাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণে কেবলমাত্র অ্যাসিটোন উৎপন্ন হলে, তবে অ্যালকিনটি হবে 2,3-ডাইমিথাইল বিউটিন-2।

এরূপে অ্যালকিন অণুর কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধনের অবস্থান নির্ণয় করা যায়।
অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বনের সঙ্গে ওজোনের বিক্রিয়ায় প্রথমে যুত যৌগ ওজোনাইড গঠন ও পরে আর্দ্র-বিশ্লেষণে উক্ত ওজোনাইডের বিয়োজন-এ দু স্তরবিশিষ্ট বিক্রিয়াকে 'ওজোন বিশ্লেষণ' বা ওজোনোলাইসিস (Ozonolysis) বলে।

৮। (ক) ইথিলিনের সঙ্গে ওজোন সংযোজন : নিষ্ক্রিয় দ্রাবক ক্লোরোফরমে ইথিলিন গ্যাস দ্রবীভূত করে উক্ত দ্রবণে ওজোন গ্যাস চালনা করলে ইথিলিন ওজোনাইড উৎপন্ন হয়। তাকে জিক্স গুঁড়াসহ আর্দ্র-বিশ্লেষিত করলে মিথান্যাল উৎপন্ন হয়।



(খ) প্রোপিনের সঙ্গে ওজোন সংযোজন : নিষ্ক্রিয় দ্রাবক ক্লোরোফর্মের প্রোপিন গ্যাস দ্রবীভূত করে সে দ্রবণে ওজোন গ্যাস চালনা করলে প্রোপিন ওজোনাইড উৎপন্ন হয়। তাকে জিংক গুঁড়া ও পানিসহ উত্তপ্ত করলে ওজোনাইড আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ইথান্যাল ও মিথান্যাল উৎপন্ন হয়।

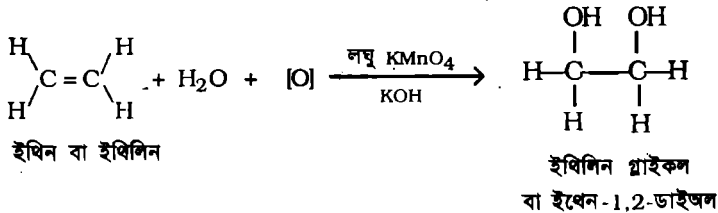


৫.১৫.২ অ্যালকিনের জারণ (Oxidation reaction of alkene)

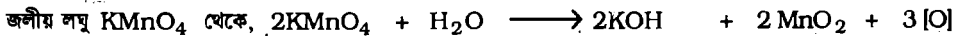
সক্রিয়তা : যে সব জৈব যৌগে অসম্পূর্ণতা বা π -বন্ধন রয়েছে, এরা জারক দ্বারা সহজেই জারিত হয়ে গ্রাইকল, কিটোন, কার্বক্সিলিক এসিড ও CO_2 উৎপন্ন করে। 'জারণ-উৎপাদ' জারকের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে। (ক) লঘু জারক যেমন, নিরপেক্ষ জলীয় KMnO_4 বা ক্ষারীয় KMnO_4 এর শীতল লঘু দ্রবণ দ্বারা অ্যালকিন জারিত হয়ে গ্রাইকল এবং (খ) শক্তিশালী জারক যেমন, ক্ষারীয় KMnO_4 এর উত্তপ্ত গাঢ় দ্রবণ বা H_2SO_4 মিশ্রিত দ্রবণ দ্বারা অ্যালকিন জারিত হয়ে কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে।

৯। বেয়ার পরীক্ষা : π বন্ধন শনাক্তকরণ : ক্ষারীয় লঘু পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (KMnO_4) দ্রবণকে বেয়ারর ষিকারক বলে। ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (KMnO_4) এর শীতল লঘু জলীয় দ্রবণ অ্যালকিন যেমন, ইথিন-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় দ্বিবন্ধন যুক্ত উভয় কার্বনে দুটি হাইড্রক্সিল ($-\text{OH}$) মূলক সংযুক্ত হয়ে গ্রাইকল উৎপন্ন করে। ফলে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের গোলাপী বর্ণ দূর হয়। তাই এ বিক্রিয়া অ্যালিফেটিক জৈব যৌগে অসম্পূর্ণতা শনাক্তকরণে বা π বন্ধনের উপস্থিতি অর্থাৎ দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের উপস্থিতি শনাক্তকরণে বেয়ারর পরীক্ষা (Bayer's test) নামে ব্যবহৃত হয়।

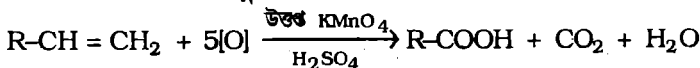
লঘু KMnO_4
সহযোগে $\text{C}=\text{C}$ এর
জারণে ডাইঅল গঠন
ও $\text{C}=\text{C}$ এর
শনাক্তকরণ।



সমীকরণে ব্যবহৃত জায়মান অক্সিজেন $[\text{O}]$, লঘু KMnO_4 থেকে নিম্নলিখিতভাবে উৎপন্ন হয় :



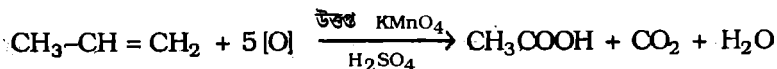
১০। প্রবল জারক দ্বারা অ্যালকিনের জারণ : প্রবল জারক যেমন উত্তপ্ত অম্লীয় KMnO_4 দ্বারা অ্যালকিন (ইথিন বাদে) জারিত হয় কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে।



অ্যালকিন-১

কার্বক্সিলিক এসিড

উদাহরণ : প্রবল জারক যেমন উত্তপ্ত অম্লীয় KMnO_4 দ্রবণ দ্বারা প্রোপিন জারিত হয়ে ইথানোয়িক এসিড তৈরি করে।



প্রোপিন

ইথানোয়িক এসিড

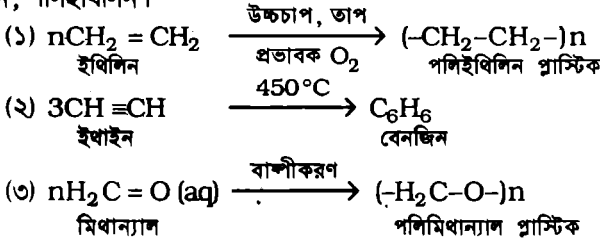
৫.১৫.৩ অ্যালকিনের যুত পলিমারকরণ

Addition polymerisation of alkene

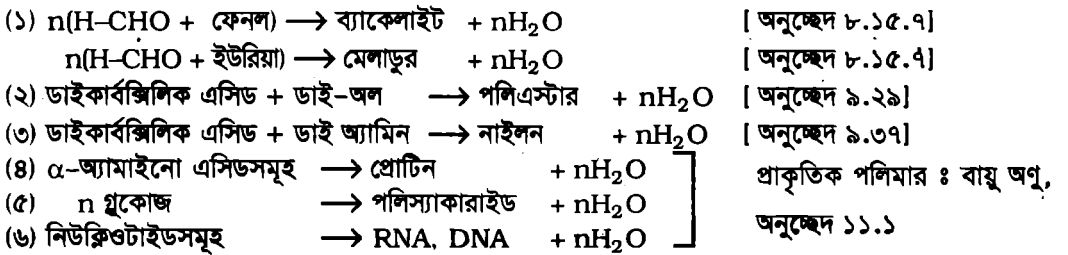
পলিমারকরণ (polymerisation) : যে বিক্রিয়ায় একই জৈব যৌগের যেমন, π বন্ধনযুক্ত যৌগ, অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন ও কার্বনাইল যৌগের একাধিক সরল অণু উচ্চ তাপমাত্রায়, উচ্চ চাপে ও প্রভাবকের উপস্থিতিতে এদের কোন অংশের অপসারণ ব্যতীত একত্রে সংযুক্ত হয়ে বৃহৎ জৈব অণু উৎপন্ন করে থাকে; সে বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বা পলিমারাইজেশন বলে। উৎপন্ন যৌগকে পলিমার এবং মূল মাতৃযৌগকে মনোমার (monomer) বলে।

গ্রিক শব্দ 'পলি' (Poly) অর্থ 'বহু' এবং 'মেরোস' (meros) অর্থ একক বা 'অংশ'। অতএব বহুসংখ্যক একক ছোট অণু থেকে বড় অণু সৃষ্টির প্রক্রিয়াই হল পলিমারকরণ। পলিমারকরণ মূলত দু'শ্রেণীভুক্ত; যেমন, (১) যুত পলিমারকরণ ও (২) কনডেনসেশন বা ঘনীভবন পলিমারকরণ (যুত-অপসারণ বিক্রিয়া)

যুত পলিমারকরণ : একই কার্যকরী মূলকযুক্ত মনোমার যেমন, অ্যালকিন, অ্যালকাইন, অ্যালডিহাইড ইত্যাদির মধ্যে যুত পলিমারকরণ প্রভাবকের উপস্থিতিতে ঘটে। উৎপন্ন পলিমারের সংকেত মনোমারের পূর্ণ গুণিতক হয়। যেমন, পলিইথিলিন।

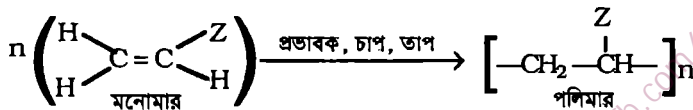


ঘনীভবন পলিমারকরণ : যদি দুটি ভিন্ন কার্যকরী মূলকযুক্ত ভিন্ন শ্রেণীর মনোমারের মধ্যে অথবা একই শ্রেণীর মনোমারের মধ্যে বিক্রিয়াকালে সরল অণু যেমন, H_2O , CH_3OH , NH_3 , HCl ইত্যাদি অপসারণের মাধ্যমে বহু মনোমার যুক্ত হয়ে দীর্ঘ শিকল পলিমার গঠিত হয়, তাকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বলে। যেমন,



কয়েকটি যুত পলিমার : প্রস্তুতি ও ব্যবহার

অ্যালকিনের যুত পলিমারকরণ : অ্যালকিনের ক্ষেত্রে যুত পলিমারকরণ বিক্রিয়া ঘটে থাকে। তখন উপযুক্ত তাপমাত্রা, চাপ ও প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকিনের দুই বা ততোধিক অণু একত্রে যুক্ত হয়ে পলিমার গঠন করে। যেমন,

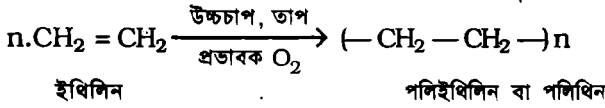


এক্ষেত্রে $\text{Z} = \text{H}$ পরমাণু হলে; মনোমার হয় ইথিন এবং পলিমার হয় পলিথিন।
 $\text{Z} = \text{CH}_3$ মূলক হলে; মনোমার হয় প্রোপিলিন এবং পলিমার হয় পলিপ্রোপিলিন।
 $\text{Z} = \text{Cl}$ মূলক হলে; মনোমার হয় ক্লোরো ইথিন এবং পলিমার হয় পলিভিনাইল ক্লোরাইড বা PVC।
 $\text{Z} = \text{C}_6\text{H}_5$ মূলক হলে; মনোমার হয় স্ট্যারিন এবং পলিমার হয় পলিস্ট্যারিন।
 $\text{Z} = \text{CN}$ মূলক হলে; মনোমার হয় প্রোপিন নাইট্রাইল এবং পলিমার হয় অরলন।
 $\text{Z} = \text{CH}_3\text{CO}_2$ মূলক হলে মনোমার হয় ভিনাইল অ্যাসিটেট, পলিমার হয় পলিভিনাইল অ্যাসিটেট (PVA)।

Updated Bangla e-books(pdf): www.facebook.com/tanbir.ebooks

পলিমারের বৈশিষ্ট্য হল- (১) পলিমারের শতকরা সংযুক্তি হার মনোমারের একই হয়। কিন্তু (২) পলিমারের আণবিক ভর মনোমারের আঃ ভরের পূর্ণ গুণিতক হয়। [পলিথিনের আঃ ভর 10,000 ~ 50,000]

১। ইথিলিনের পলিমারকরণ : উচ্চ চাপে (1000~1200 atm-এ) ও তাপমাত্রা 200°C এ সামান্য অক্সিজেন প্রভাবকের উপস্থিতিতে তরলীভূত ইথিলিনের অসংখ্য অণু (প্রায় 400 ~ 2,000 অণু) পরস্পর যুক্ত হয়ে পলিইথিলিন বা পলিথিন নামক সাদা অস্বচ্ছ কঠিন প্রাস্টিক পদার্থ উৎপন্ন হয়।

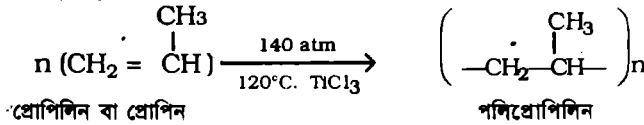


ইথিলিন থেকে পলিথিন প্রস্তুতিতে বিভিন্ন প্রভাবক ব্যবহার করে স্বল্পচাপ ও অধিক চাপ প্রয়োগ করা হয়। অধিক চাপ পদ্ধতিতে প্রভাবকরূপে অক্সিজেন অথবা জৈব পারঅক্সাইড যেমন, বেনজোয়িল পারঅক্সাইড (C₆H₅CO)₂O₂ ব্যবহৃত হয়। অধিক চাপ পদ্ধতিতে তাপমাত্রা 200°C ও চাপমাত্রা 1000 ~ 1200 atm রাখা হয়। স্বল্প চাপ পদ্ধতিতে ধাতব প্রভাবক ব্যবহৃত হয়। এসব ধাতব প্রভাবকরূপে Cr₂O₃ গুঁড়াকে সিলিকা অ্যালুমিনা ধারকের ওপর রাখা হয়। তখন তাপমাত্রা 70°C এবং 5 - 10 atm চাপ প্রয়োগ করা হয়।

পলিথিনের বৈশিষ্ট্য : পলিথিন নমনীয় কিন্তু শক্ত প্রকৃতির প্রাস্টিক পদার্থ। এটা এসিড, ক্ষার ও বিভিন্ন দ্রাবক দ্বারা আক্রান্ত হয় না। এটা উত্তম তড়িৎ অন্তরক।

পলিথিনের ব্যবহার : পলিথিন প্রধানত ওষুধ পত্রাদির প্যাকেট করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া গৃহস্থালী কাজে ব্যবহৃত মগ, বালতি, টেবিল ক্রথ, ডাস্টবিন, পানির ট্যাংক প্রভৃতি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক তারের অন্তরকরূপে ও বিভিন্ন প্রকারের বোতল তৈরিতে পলিথিনের ব্যবহার আছে।

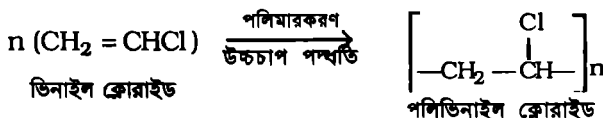
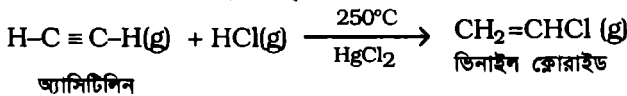
২। পলিপ্রোপিলিন প্রস্তুতি : প্রায় 120°C তাপমাত্রায় উদ্ভূত টাইটেনিয়াম টাইক্লোরাইড (TiCl₃) প্রভাবকের উপস্থিতিতে ও 140 atm চাপে হেক্টেন দ্রাবকে দ্রবীভূত প্রোপিলিন বা প্রোপিন এর অসংখ্য অণু যুক্ত হয়ে পলিপ্রোপিলিন পলিমার গঠন করে।



বৈশিষ্ট্য : পলিপ্রোপিলিন হল সবচেয়ে হালকা পলিমার প্রাস্টিক। অপরদিকে পলিইথিলিনের নিম্ন, মধ্যম ও উচ্চ আঃ গুরুত্বের তিন শ্রেণীর পলিমার আছে। তাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব হল যথাক্রমে 0.925, 0.926 ও 0.94।

ব্যবহার : পলিপ্রোপিলিনের বিশেষ প্রকারের ব্যবহারের মধ্যে মোটা রজ্জু বা রোপ, কার্পেট প্রভৃতি প্রস্তুতির কৃত্রিম সূতা তৈরি উল্লেখযোগ্য।

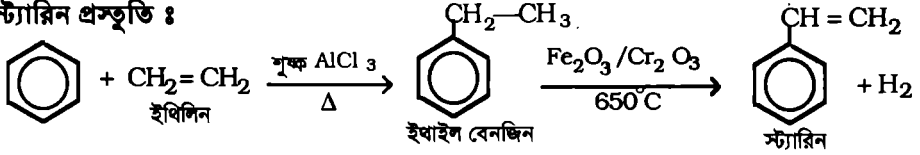
৩। পলিভিনাইল ক্লোরাইড প্রস্তুতি (Polyvinyl chloride, PVC) : প্রায় 160°- 250°C তাপমাত্রায় উদ্ভূত মারকিউরিক ক্লোরাইড (HgCl₂) প্রভাবকের ওপর দিয়ে অ্যাসিটিলিন ও শূষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসের মিশ্রণ চালনা করলে উভয়ের মধ্যে সংযোজন ক্রিয়ার ফলে ভিনাইল ক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ভিনাইল ক্লোরাইডকে জৈব পারঅক্সাইড যেমন, বেনজোয়িল পারঅক্সাইড অথবা t-বিউটাইল পারঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অধিক চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় উদ্ভূত করলে পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন PVC কে 52°C তাপমাত্রায় ও 9 atm চাপে হেক্টেন দ্রাবকে রাখা হয়।



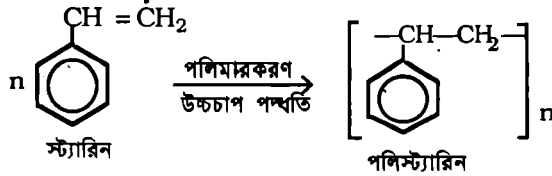
ব্যবহার : (১) কৃত্রিম চামড়া তৈরিতে, ঘরের মেঝের কার্পেটিং প্রস্তুতিতে, ঘরের ছাদ তৈরির জিনিসপত্র তৈরিতে, প্রাস্টিক সিরিজ, রেইনকোর্ট, গ্রামোফোন রেকর্ড তৈরির জন্য পলিভিনাইল ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

৪। পলিস্ট্যারিন (**Polystyrene**) : প্রথমে শুষ্ক $AlCl_3$ প্রভাবকের উপস্থিতিতে বেনজিনের সাথে ইথিলিনের বিক্রিয়ায় ইথাইল বেনজিন প্রস্তুত করা হয়। পরে ইথাইল বেনজিনকে $650^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত ফেরিক অক্সাইড বা ক্রোমিয়াম অক্সাইড প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করলে H_2 অপসারিত হয়ে স্ট্যারিন উৎপন্ন হয়। স্ট্যারিন থেকে যুত পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় পলিস্ট্যারিন প্রস্তুত করা হয়।

(i) স্ট্যারিন প্রস্তুতি :

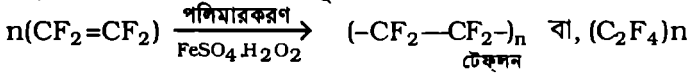


(ii) পলিস্ট্যারিন প্রস্তুতি :

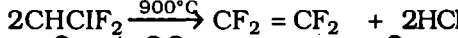


ব্যবহার : পলিস্ট্যারিন দ্বারা খাবার পাত্র, কসমেটিকের বোতল, টেলিভিশন ক্যাবিনেট, প্লাস্টিক কাপ, শিশুদের খেলনার জিনিস ও প্যাকেজিং এর জিনিস তৈরি করা হয়।

৫। টেফলন (**Teflon**) : টেট্রাফ্লোরো ইথিলিন থেকে যুত পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় টেফলন বা পলিট্রেট্রাফ্লোরো ইথিলিন (PTFE) প্রস্তুত করা হয়। এখানে প্রভাবকরূপে ফেরাস সালফেট ও হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড ব্যবহৃত হয়।



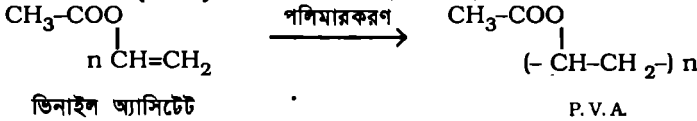
ক্রোরো ডাইফ্লোরো মিথেন ও HCl গ্যাসের মিশ্রণকে প্রায় $900^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে টেট্রাফ্লোরো ইথিলিন উৎপন্ন হয়।



বৈশিষ্ট্য : ফ্লোরো কার্বন হিসেবে এটি খুবই নিষ্ক্রিয়, অদাহ্য এবং এসিড ক্ষার ও জারক পদার্থের সাথে বিক্রিয়াহীন। বিদ্যুৎ ও তাপ অপরিবাহী এবং অত্যন্ত শক্ত।

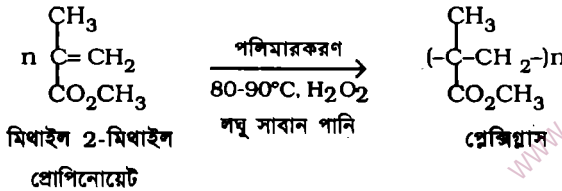
ব্যবহার : রান্নার প্যান (pan)-এর ওপর টেফলন এর নন-স্টিকিং আবরণী বা কোটিং দেয়া হয়। এছাড়া বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে অন্তরক বা ইনসুলেটররূপে, জাহাজের রক্ষা, ভালভ প্রভৃতি তৈরিতে টেফলন ব্যবহৃত হয়।

৬। পলিভিনাইল অ্যাসিটেট (**PVA**) : এর মনোমার হল ভিনাইল অ্যাসিটেট।



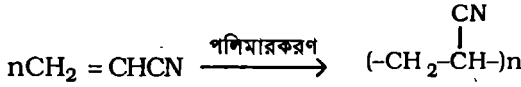
PVC. এর তুলনায় PVA অধিক নমনীয়। গ্রামোফোন রেকর্ড প্রস্তুতিতে ও ইমাল্শন পেইন্ট প্রস্তুতিতে PVA ব্যবহৃত হয়।

৭। পারসেপেক্স, প্রেক্সিগ্লাস (**Perspex, plexiglass**) : এর মনোমার হল মিথাইল ২'-মিথাইল প্রোপিনোয়েট (Propenoate)।



প্রেক্সিগ্লাস খুবই স্বচ্ছ। তাই এটা গ্লাসের বিকল্প হিসেবে ব্যবহৃত হয়। লেপ, প্রতিফলকরূপে এবং জানালার কাচ হিসেবে প্রেক্সিগ্লাস ব্যবহৃত হয়।

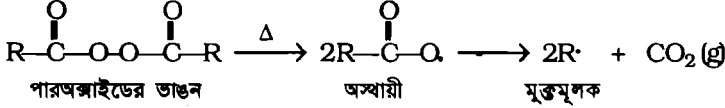
৮। অরলন, এক্রিল্যান (**Orlon, acrilan**) : এর মনোমার হল প্রোপিন নাইটাইল।



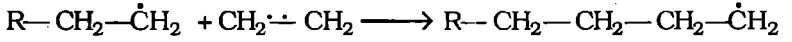
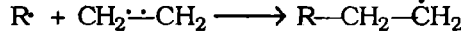
অরলন থেকে এক্রাইলিক ফাইবার বা সুতা তৈরি করা হয়। এক্রাইলিক সুতা দিয়ে কাপড়, কম্বল ও কার্পেট তৈরি করা হয়।

যুত পলিমারকরণের ক্রিয়া-কৌশল : জৈব পারঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে ফ্রি-রেডিকেল বা মুক্ত মূলক ক্রিয়া-কৌশল দ্বারা যুত পলিমারকরণ নিম্নোক্ত তিন ধাপে সম্পন্ন হয়।

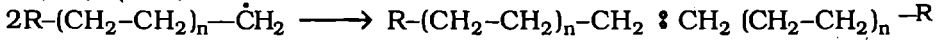
প্রথম ধাপ : জৈব পারঅক্সাইড থেকে ফ্রি-রেডিকেল বা মুক্ত মূলক গঠন :



দ্বিতীয় ধাপ : অ্যালকিনের সাথে মুক্তমূলকের সংযোগে নতুন দীর্ঘ শিকলের মুক্তমূলক গঠন এবং তা বার বার যুক্ত হয়ে দীর্ঘশিকল গঠন করে।



তৃতীয় ধাপ : দুটি মুক্তমূলক যুক্ত হয়ে শিকল দীর্ঘকরণ প্রক্রিয়া বন্ধ হয়।



৫.১৬ অ্যালকিনের ব্যবহার (Uses of alkene)

(ক) ইথিলিনের ব্যবহার : (১) প্রচুর পরিমাণ ইথিলিন ইথাইল অ্যালকোহল উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। (২) অক্সি-ইথিলিন শিখা প্রস্তুতিতে ইথিলিনের ব্যবহার আছে। এই শিখা ধাতব পদার্থ কাটা ও ছোড়া লাগানোর কাজে ব্যবহৃত হয়। (৩) কৃত্রিম উপায়ে কাঁচা ফল যেমন, কলা, টমেটো পাকানোর কাজে ইথিলিন ব্যবহৃত হয়। (৪) ইথিলিন ডাইক্লোরাইড (দ্রাবক), ইথিলিন অক্সাইড (ধূম্রক), মাস্টার্ড গ্যাস (বিষাক্ত পদার্থ), ফরম্যালাডিহাইড, টেফলন (Teflon) নামক কৃত্রিম সুতা ও পলিথিন নামক প্লাস্টিক প্রস্তুতিতে ইথিলিনের প্রয়োগ আছে। (৫) বর্তমানে ইথারের পরিবর্তে তরল ইথিলিন চেতনানাশকরূপে প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

(খ) প্রোপিলিনের ব্যবহার : (১) প্রোপিলিনের পলিমার পলিপ্রোপিলিন প্লাস্টিক শিল্পে ব্যবহৃত হয়। (২) পেটোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত প্রচুর প্রোপিলিন বাণিজ্যিক পদ্ধতিতে আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন ও অ্যালকাইল ক্লোরাইড প্রভৃতি প্রস্তুত করতে ব্যবহৃত হয়।

৫.১৭ অ্যালকিনাইল

(Alkenyl Radical)

সংজ্ঞা : অ্যালকিন অণু থেকে একটি H-পরমাণুকে অপসারিত করলে যে একযোজী মূলক সৃষ্টি হয়, তাকে অ্যালকিনাইল মূলক বলে।

অ্যালকিন শব্দ থেকে অ্যালকিনাইল শব্দের উৎপত্তি। অ্যালকিন (Alkene) এর নামের শেষের 'e' বাদ দিয়ে আইল (-yl) যোগ করে অ্যালকিনাইল মূলক নামকরণ হয়। তবে ইথিন অণু থেকে সৃষ্টি মূলকের নাম ভিনাইল মূলক এবং প্রোপিন থেকে সৃষ্টি মূলকের নাম ভিনাইল মূলক বলা হয়।

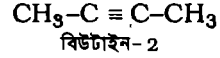
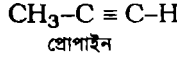
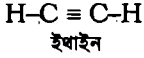
ইথিন ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) থেকে সৃষ্টি মূলক হল ভিনাইল মূলক, $\text{CH}_2 = \text{CH}-$ । প্রোপিন, $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2$ থেকে সৃষ্টি মূলক হল অ্যালাইল মূলক $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2-$ ।

অ্যালকাইন C_nH_{2n-2}

৫.১৮ ভূমিকা : অ্যালকাইন

Introduction : Alkyne

অ্যালকাইন হল অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের দ্বিতীয় সমগোত্রীয় শ্রেণী; এটির সাধারণ সংকেত হল C_nH_{2n-2} অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের প্রথম সমগোত্রীয় শ্রেণী অ্যালকিন সম্মুখে এর পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে। অ্যালকাইনের প্রথম সদস্য হল ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন; দ্বিতীয় ও তৃতীয় সদস্য হল যথাক্রমে প্রোপাইন ও বিউটাইন। অ্যালকাইনের রাসায়নিক ধর্মের আলোচনা এ তিন সদস্য সহকারে করা হবে।



অ্যালকাইনাইল গ্রুপ : $\text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-$, হল ইথানাইল গ্রুপ (ethyne - e + yl)

$\text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{C}-$ হল প্রোপানাইল গ্রুপ (propyne - e + yl)

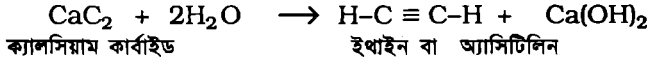
$\text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{CH}_2-$ হল ২-প্রোপানাইল গ্রুপ

৫.১৯ পরীক্ষাগারে অ্যালকাইন প্রস্তুতি

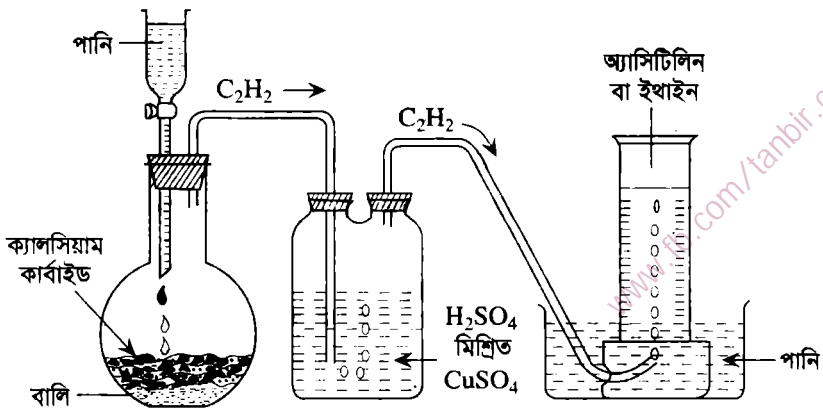
Laboratory preparation of alkyne

পরীক্ষাগারে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন প্রস্তুতি :

মূলনীতি : পরীক্ষাগারে সাধারণ তাপমাত্রায় ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC_2) এর ওপর পানি যোগ করলে ক্যালসিয়াম কার্বাইড আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন গ্যাস ও ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়।



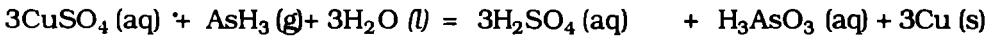
বর্ণনা : একটি ফ্লাস্কে সামান্য বালি নিয়ে তার ওপর ক্যালসিয়াম কার্বাইডের কয়েকটি টুকরা রেখে ফ্লাস্কের মুখে দুটি ছিদ্র বিশিষ্ট ছিপি লাগানো হয় এবং তার সাহায্যে একটি বিন্দুপাতী ফানেল ও একটি নির্গম নল যুক্ত করা হয়। বিন্দুপাতী ফানেলের সাহায্যে ফোঁটায় ফোঁটায় শীতল পানি ফ্লাস্কে যোগ করলে ক্যালসিয়াম কার্বাইডের সাথে পানির বিক্রিয়ায় অ্যাসিটিলিন গ্যাস উৎপন্ন হয়। প্রথম দিকে যে গ্যাস বের হয়ে আসে তার সাথে বায়ু মিশ্রিত থাকে, কাজেই তাকে বের হয়ে যেতে দেওয়া হয়। যখন দেখা যায় যে, পরীক্ষা নলে সংগৃহীত গ্যাস অগ্নিসংযোগে নিঃশব্দে জ্বলে, তখন উৎপন্ন গ্যাসকে পানির নিম্নমুখী অপসারণ দ্বারা গ্যাস জ্বারে সংগ্রহ করা হয়।



চিত্র ৫-৪ : পরীক্ষাগারে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন প্রস্তুতি।

বিশুদ্ধিকরণ : এ ধূপে প্রস্তুত অ্যাসিটিলিনে সামান্য পরিমাণ অ্যামোনিয়া (NH_3), হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), আরসাইন (AsH_3) ও ফসফিন (PH_3) প্রভৃতি অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। যদি বিশুদ্ধকরণের প্রয়োজন হয়; তবে উৎপন্ন অবিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত অম্লীয় কপার সালফেট দ্রবণের ওয়াশ বোতলের ভেতর দিয়ে চালনা করে উক্ত অপদ্রব্য শোধিত করা হয়। পরিশেষে নির্গত গ্যাসকে নিরুদক P_2O_5 এর মধ্য দিয়ে চালনা করলে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক অ্যাসিটিলিন গ্যাস পাওয়া যায়।

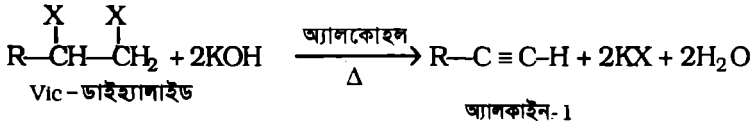
H_2SO_4 এসিড মিশ্রিত CuSO_4 দ্রবণের এসিড দ্বারা ক্লোরথর্মী অ্যামোনিয়া শোষিত হয়ে $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ লবণে পরিণত হয় এবং H_2S , PH_3 , AsH_3 ইত্যাদি গ্যাস CuSO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় পদার্থরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়।



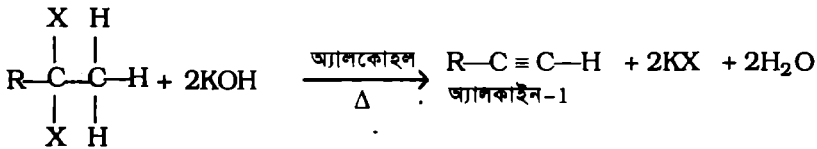
৫.২০ অ্যালকাইনের শিল্পোৎপাদন (Manufacture of alkyne)

ডাইহ্যালো অ্যালকেন থেকে **HX** অপসারণ প্রক্রিয়ায় : ভিসিন্যাল ও জেমিন্যাল ডাইহ্যালো অ্যালকেনকে অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কস্টিক পটাশের সাথে উত্তপ্ত করলে ডাইহ্যালো অ্যালকেন থেকে দুই অণু **HX** অপসারিত হয়ে অ্যালকাইন, **KX** লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়। যেমন,

১। ভিসিন্যাল ডাইহ্যালোইড যেমন, 1, 2- ডাইহ্যালোইড থেকে অ্যালকোহল মিশ্রিত **KOH** দ্বারা অ্যালকাইন উৎপাদন :



২। জেমিন্যাল ডাইহ্যালোইড যেমন, 2, 2-ডাইহ্যালোইড থেকে অ্যালকোহল মিশ্রিত **KOH** দ্বারা অ্যালকাইন উৎপাদন :

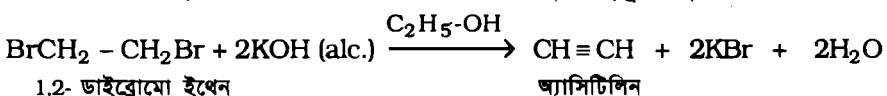
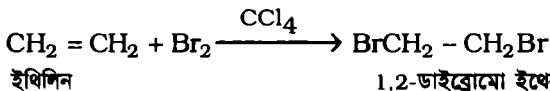


উদাহরণ ১। কিরূপে 1,2- ডাইব্রোমো ইথেন থেকে অ্যাসিটিলিন এবং 1, 2-ডাইব্রোমো প্রোপেন থেকে প্রোপাইন প্রস্তুত করা যায়?

সমাধান : ইঙ্গিত ৫.২০ নং অনুচ্ছেদের বক্তব্য প্রয়োগ করতে হবে।

উদাহরণ ২। ইথিলিন থেকে কিরূপে অ্যাসিটিলিন প্রস্তুত করা যায়?

সমাধান : প্রথমে ইথিলিন ও ব্রোমিনের বিক্রিয়া দ্বারা 1, 2-ডাইব্রোমো ইথেন প্রস্তুত করা হয়। পরে উৎপন্ন যৌগকে অ্যালকোহলীয় **KOH** দ্রবণের সাথে উত্তপ্ত করলে দুই অণু **HBr** অপসারিত হয়ে অ্যাসিটিলিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



৫.২১ অ্যালকাইনের ভৌত ধর্ম (Physical properties of alkyne)

(১) ভৌত অবস্থা, বর্ণ ও গন্ধ : অ্যালকাইনের প্রথম তিনটি সদস্য (C_2 হতে C_4) গ্যাস, পরবর্তী আটটি সদস্য (C_5 হতে C_{12}) হল তরল এবং পরবর্তী উচ্চতর অ্যালকাইন সদস্যগুলো বর্ণহীন, গন্ধহীন কঠিন পদার্থ।
 (২) দ্রাব্যতা : অ্যালকাইনসমূহ কার্যত পানিতে অদ্রবণীয়; তবে জৈব দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়। (৩) গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : অ্যালকাইনের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক এদের সমসংখ্যক কার্বনবিশিষ্ট অ্যালকেন ও অ্যালকিন থেকে একটু অধিক হয় এবং আঃ ভর বৃদ্ধির সঙ্গে স্ফুটনাঙ্ক, গলনাঙ্ক ক্রম বৃদ্ধি পেতে থাকে। (৪) আঃ গুরুত্ব ক্রম বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং পানি অপেক্ষা হালকা; তবে অ্যালকেন ও অ্যালকিন থেকে একটু বেশি হয়।

৫.২২ অ্যালকাইনের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of alkyne)

সক্রিয়তা : রাসায়নিক ধর্মে অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের অনেক মিল আছে। অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন একটি σ -বন্ধন ও একটি π -বন্ধনের সমষ্টি আর অ্যালকাইনের ত্রিবন্ধন একটি σ -বন্ধন ও দুটি π -বন্ধনের সমন্বয়। দুটি π -বন্ধন থাকায় অ্যালকাইনসমূহ অ্যালকিন থেকে অধিক সক্রিয় হওয়া আপাত স্বাভাবিক; কিন্তু তা না হয়ে অ্যালকিন অপেক্ষা অ্যালকাইনসমূহ ইলেকটন আকর্ষী বিকারক বা ইলেকট্রোফাইল এর নিকট কম সক্রিয়। কারণ—

(ক) অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন ($C = C$) এর সিগ্মা (σ -) বন্ধনটি দুটি C-পরমাণুর sp^2-sp^2 হাইব্রিড অরবিটালের অধিক্রমণে (এখানে $s : p = 1 : 2$) গঠিত এবং অ্যালকাইনের ত্রিবন্ধন ($C \equiv C$) এর সিগ্মা (σ -) বন্ধনটি $sp-sp$ হাইব্রিড অরবিটালের অধিক্রমণে (এখানে $s : p = 1 : 1$) গঠিত। অর্থাৎ ত্রিবন্ধনের σ -বন্ধনটিতে s-চরিত্র বেশি হওয়ায় অ্যালকাইনের ঐ দুই C পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে σ -ইলেকটন মেঘ অধিক নিকটে টেনে আনে। ফলে π -ইলেকটন মেঘের ঘনত্ব বেড়ে যায় এবং ত্রিবন্ধন ($C \equiv C$) এর π -বন্ধন ইলেকটনকে কার্বন নিউক্লিয়াস দুটি যত বেশি আকর্ষণ শক্তিতে আবদ্ধ করে, দ্বিবন্ধন ($C = C$) এর σ -ইলেকটনের বেলায় তার চেয়ে আকর্ষণ কম থাকে।

(খ) আবার অ্যালকাইন -1 এর H-পরমাণু ($-C \equiv C-H$) অ্যালকিনের তুলনায় অধিক অম্লধর্মী। কারণ ইথেন, ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিন এ তিন শ্রেণীর যৌগে C-H বন্ধনে ক্রমান্বয়ে s-অরবিটাল চরিত্রের অনুপাত p-অরবিটাল চরিত্র থেকে বৃদ্ধি পেয়েছে এবং p-অরবিটাল চরিত্রের অনুপাত কমে গেছে। ফলে C-H বন্ধন ইলেকটন-মেঘ ক্রমে C-পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয় বলে এদের প্রোটন-প্রদান ক্ষমতা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।

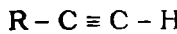
অ্যালকেনে
 sp^3-s অরবিটাল
 দ্বারা C-H

অ্যালকিনে
 sp^2-s অরবিটাল
 দ্বারা C-H

1- অ্যালকাইনে
 $sp-s$ অরবিটাল
 দ্বারা C-H

চিত্র ৫.৫ : অ্যালকেন থেকে অ্যালকিন ও অ্যালকাইনে C-H বন্ধনে s-অরবিটাল চরিত্রের ক্রম-বৃদ্ধি

উপরিউক্ত আলোচনার ভিত্তিতে কোন অ্যালকাইন অণুর নিম্নোক্ত সম্ভাব্য তিনটি অংশ থাকতে পারে। যেমন,

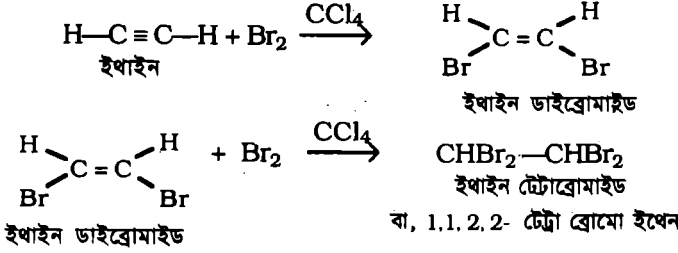


১। কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন যুক্ত অংশ ($-C \equiv C-$),

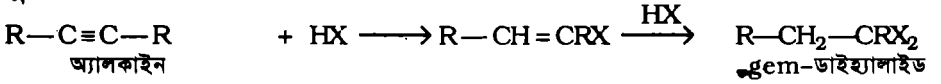
২। ত্রিবন্ধন যুক্ত কার্বনে হাইড্রোজেন পরমাণু ($-C \equiv C-H$) এবং

৩। অ্যালকাইল মূলক ($-R$)।

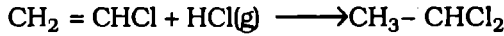
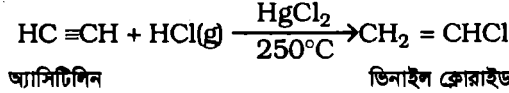
উদাহরণ : ইথাইনের সাথে ব্রোমিনের বিক্রিয়ায় প্রথমে ইথাইন ডাইব্রোমাইড ও পরে ইথাইন টেট্রাব্রোমাইড উৎপন্ন করে।



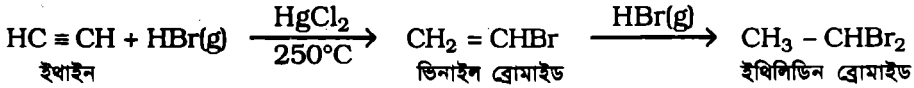
৩। হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) সংযোজন : অ্যালকাইনের সঙ্গে HX উত্তম অবস্থায় প্রথমে যুত বিক্রিয়া দ্বারা অপ্রতিসম মনো হ্যালাজেন জাতক এবং শেষে মারকনিকভের নিয়ম মতে যুত বিক্রিয়ায় gem (জেম) ডাই-হ্যালাইড উৎপন্ন করে।



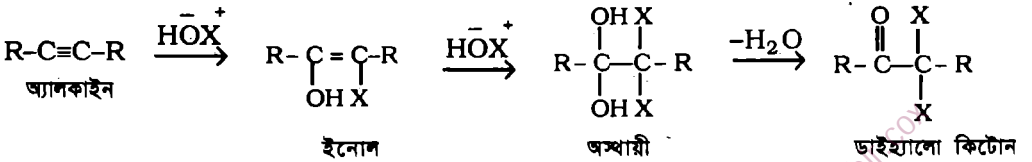
উদাহরণ : প্রায় 200°- 250°C তাপমাত্রায় HgCl₂ প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন ও শুষ্ক HCl গ্যাসের যুত বিক্রিয়ায় ভিনাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পরে ভিনাইল ক্লোরাইড ও অধিক HCl গ্যাসের বিক্রিয়ায় ইথিলিডিন ক্লোরাইড বা, 1, 1- ডাইক্লোরো ইথেন উৎপন্ন হয় (মারকনিকভের নিয়ম মতে)।



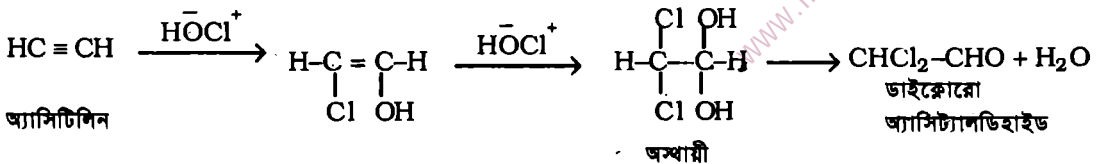
অনুরূপভাবে শুষ্ক HBr এর সাথে ইথাইনের যুত বিক্রিয়ায় প্রথমে ইথিলিডিন ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।



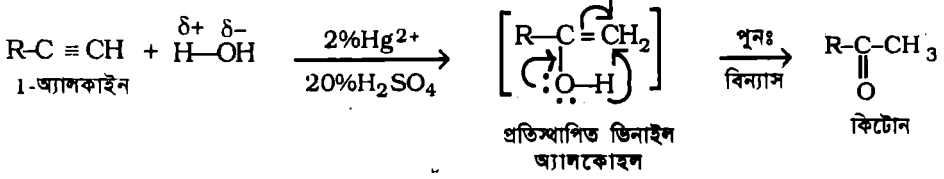
৪। হাইপো-হ্যালাস (HOX) এসিড সংযোজন : অ্যালকাইনের সঙ্গে HOX দু ধাপে বিক্রিয়া করে। প্রথম ধাপে ইনোল (enol) ও দ্বিতীয় ধাপে ডাইহ্যালাসো কিটোন বা অ্যালডিহাইড গঠন করে।



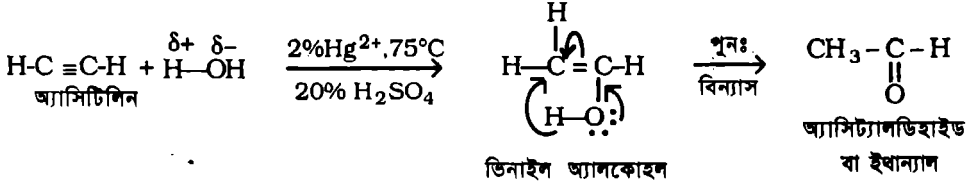
উদাহরণ : অ্যাসিটিলিন হাইপো ক্লোরাস এসিড (HOCl) এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় ডাইক্লোরো অ্যাসিট্যালডিহাইড (Cl₂CH-CHO) উৎপন্ন করে থাকে।



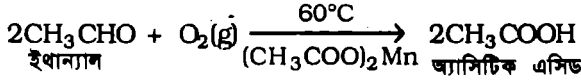
৫। পানি (H_2O) সংযোজন : লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত ২% মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে $60^\circ-75^\circ C$ তাপমাত্রায় পানির সঙ্গে অ্যালকাইন যুক্ত হয়ে কার্বনাইল যৌগ (অ্যালডিহাইড বা কিটোন) গঠন করে। যেমন,



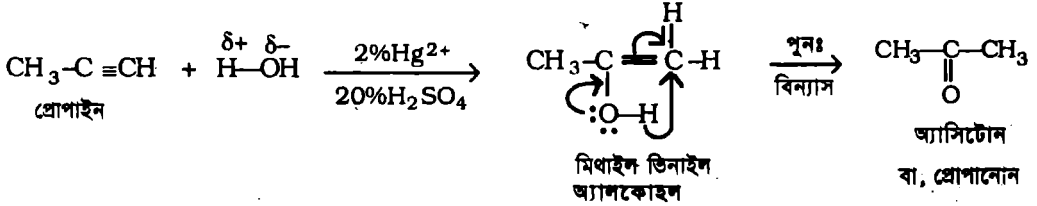
উদাহরণ ১। লঘু H_2SO_4 ও ২% মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে $60^\circ-75^\circ C$ তাপমাত্রায় অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে পানি সংযোজনের ফলে অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল উৎপন্ন হয়।



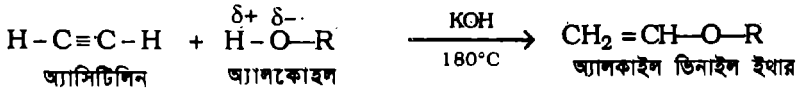
উৎপন্ন ইথান্যালকে ম্যাঙ্গানাস অ্যাসিটেট প্রভাবকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন দ্বারা জারিত করলে অ্যাসিটিক এসিড উৎপন্ন হয়।



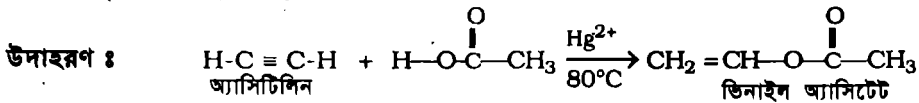
উদাহরণ ২। লঘু H_2SO_4 ও ২% মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে $60^\circ-75^\circ C$ তাপমাত্রায় প্রোপাইনের সঙ্গে পানি সংযোজনের ফলে ডাইমিথাইল কিটোন বা অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন উৎপন্ন হয়।



৬। অ্যালকোহল ও কার্বক্সিলিক এসিড সংযোজন : উচ্চ তাপমাত্রায় ও স্কার (KOH) দ্রবণের উপস্থিতিতে, অ্যাসিটিলিন অ্যালকোহলের সঙ্গে যুক্ত হয়ে ভিনাইল ইথার গঠন করে। এক্ষেত্রেও মারকিনিকভের সূত্র প্রযোজ্য।

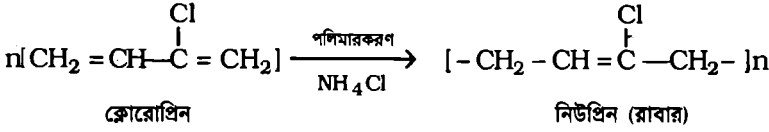
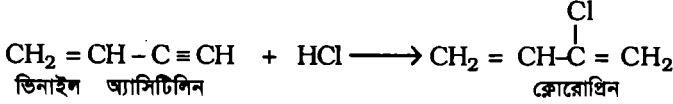


তদুপ মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে ও $80^\circ C$ তাপমাত্রায় অ্যাসিটিলিন কার্বক্সিলিক এসিডের সঙ্গে যুত বিক্রিয়ায় ভিনাইল এস্টার গঠন করে।

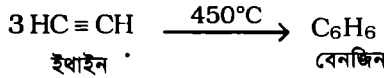


ভিনাইল অ্যাসিটেট থেকে পলিভিনাইল অ্যাসিটেট বা পলিএস্টার সংশ্লেষিত হয়। সক্রিয় হাইড্রোজেন বিশিষ্ট যেমন, অ্যালকোহল, কার্বক্সিলিক এসিড ইত্যাদি বিকারকের সঙ্গে অ্যাসিটিলিনের যুত-বিক্রিয়ায় ভিনাইল যৌগ গঠন করার প্রক্রিয়াকে ভাইনাইলেশন (vinylation) বলে।

আবার ভিনাইল অ্যাসিটিলিন HCl এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় 2-ক্লোরো-1,3-বিউটা-ডাই-ইন বা ক্লোরোপ্রিন উৎপন্ন করে। ক্লোরোপ্রিন পলিমারকরণ দ্বারা নিউপ্রিন নামক সংশ্লেষিত রাবার উৎপন্ন করা হয়।



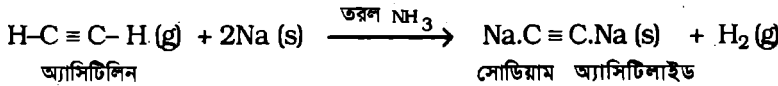
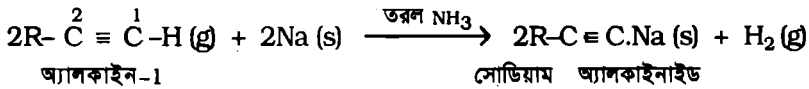
২। অ্যারোমেটিক পলিমার গঠন : ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে 400 - 500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত লৌহ নলের মধ্য দিয়ে চালনা করলে ইথাইনের তিনটি অণুর পলিমারকরণের ফলে অ্যারোমেটিক যৌগ বেনজিন উৎপন্ন হয়।



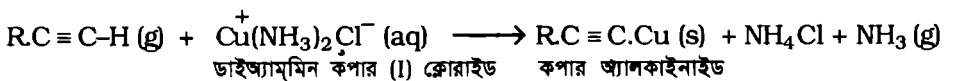
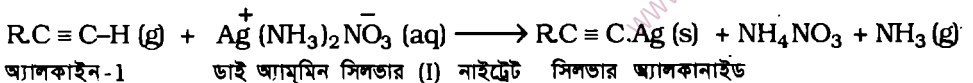
৫.২৩ অ্যালকাইন-1 যেমন, ইথাইন এর অম্লধর্মিতা Acidic property of alkyne -1 and ethyne

অ্যালকাইনের ত্রিবন্ধন যুক্ত কার্বন-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত H-পরমাণু সামান্য অম্লধর্মী হয়। অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন (H-C ≡ C-H) এ কারণে অম্লধর্মী হয়। অ্যালকাইন-1 এর ক্ষেত্রে $-\overset{2}{\text{C}} \equiv \overset{1}{\text{C}}-\text{H}$ মূলক থাকে বলে শুধু অ্যালকাইন-1 মৃদু অম্লধর্ম প্রকাশ করে। তাই সোডিয়াম ধাতু, অ্যামোনিয়া মিশ্রিত AgNO₃ দ্রবণ এবং অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণের সঙ্গে অ্যালকাইন-1 এর বিক্রিয়ায় ধাতব লবণ বা ধাতব অ্যালকাইনাইড উৎপন্ন হয়। যেমন,

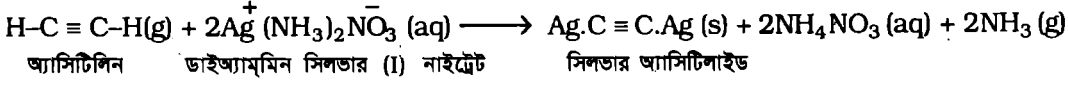
১। সোডিয়াম (Na)-এর সঙ্গে অ্যালকাইন-1 এর বিক্রিয়া : তরল অ্যামোনিয়ায় দ্রবীভূত সোডিয়াম ধাতু অ্যালকাইন-1 বা অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যালকাইনাইড (Alkynide) বা সোডিয়াম অ্যাসিটলাইড ও H₂ গ্যাস উৎপন্ন করে।



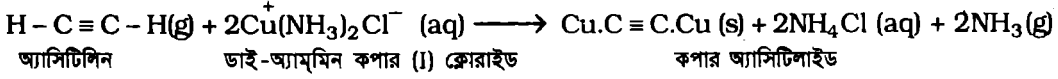
২। অ্যামোনিয়া যুক্ত সিলভার নাইট্রেট অর্থাৎ ডাইঅ্যাম্মিন সিলভার (I) নাইট্রেট দ্রবণের সঙ্গে অ্যালকাইন-1 বিক্রিয়া করে সিলভার অ্যালকাইনাইডের সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড অর্থাৎ ডাইঅ্যাম্মিন কপার (I) ক্লোরাইড দ্রবণের সঙ্গে অ্যালকাইন-1 এর বিক্রিয়ায় কপার অ্যালকাইনাইডের সাদা অধঃক্ষেপ দেয়।



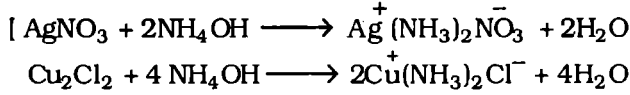
২(ক)। ইথাইন বা অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে অ্যামোনিয়া মিশ্রিত সিলভার নাইটেটের দুই অণু বিক্রিয়া করে সাদা বর্ণের সিলভার অ্যাসিটাইড বা সিলভার কার্বাইড উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যাসিটিলিনের অল্পধর্মিতা প্রমাণিত হয়।



২(খ)। ইথাইন বা অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড বা ডাইঅ্যামিন কপার (I) ক্লোরাইড এর দুই অণু বিক্রিয়া করে লাল বর্ণের কপার অ্যাসিটাইড বা কপার কার্বাইড গঠন করে। এ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যাসিটিলিনের অল্পধর্মিতা প্রমাণিত হয়।



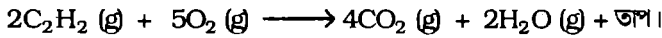
যেহেতু 1-অ্যালকাইন বা প্রান্তিক-অ্যালকাইন ছাড়া 2-অ্যালকাইন; বা অন্যান্য অপ্রান্তিক অ্যালকাইন (ত্রিবন্ধন কার্বন শিকলের মধ্যস্থলে থাকলে) ওপরের বিক্রিয়া দেয় না। তাই এ সব বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকাইন-1 কে অ্যালকাইন-2 থেকে পার্থক্য করা হয়। বিকারক দুটি নিম্নরূপে উৎপন্ন হয়। যেমন,



৫.২৪ অ্যালকাইনের ব্যবহার (Uses of alkyne)

(ক) অ্যাসিটিলিনের ব্যবহার : (১) ধাতু গলানো ও ধাতু জোড়া দেয়ার কাজে ব্যবহৃত অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখারূপে অ্যাসিটিলিন ব্যবহৃত হয়। (২) কৃত্রিম রাবার ও প্রাস্টিক উৎপাদনে অ্যাসিটিলিনের ব্যবহার আছে। (৩) রাসায়নিক শিল্পে, অ্যাসিট্যালডিহাইড, অ্যাসিটিক এসিড, অক্সালিক এসিড, অ্যাসিটিলিন টেট্রাক্লোরাইড প্রভৃতি যৌগ প্রস্তুতিতে অ্যাসিটিলিন প্রারম্ভিক পদার্থরূপে ব্যবহৃত হয়। (৪) জ্বালানিরূপেও অ্যাসিটিলিনের ব্যবহার আছে।

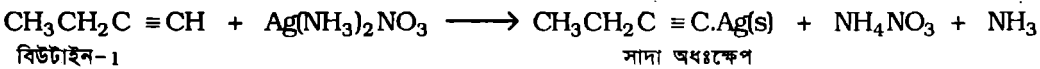
(খ) অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা : ধাতব নলের সরু মুখে অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে প্রচুর বায়ু বা অক্সিজেনে প্রজ্বলিত করলে অ্যাসিটিলিনের পূর্ণ দহনের ফলে নীলাভ শিখাসহ জ্বলে ওঠে। তখন প্রায় 3500°C তাপমাত্রা উৎপন্ন হয়। এ শিখাকে অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা বলে।



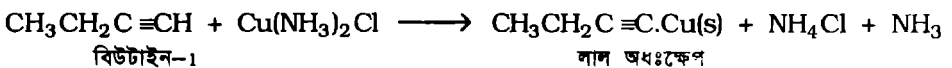
৫.২৫ অ্যালকাইন-1 ও অ্যালকাইন-2 এর মধ্যে পার্থক্যকরণ Differentiation between Alkyne-1 and Alkyne-2

অ্যালকাইন-1 যেমন ইথাইন, প্রোপাইন ও বিউটাইন-1 প্রত্যেকের ত্রিবন্ধনযুক্ত কার্বন শিকলের 1 নং কার্বনে H পরমাণু থাকে। কিন্তু অ্যালকাইন-2 যেমন বিউটাইন-2 এর ত্রিবন্ধনযুক্ত কার্বনে H পরমাণু থাকে না। ত্রিবন্ধনযুক্ত কার্বনের H পরমাণু যুদু অল্পধর্মী হওয়ায় নিম্নোক্ত বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু বিউটাইন-2 তা দেয় না।

(১) অ্যামোনিয়া মিশ্রিত AgNO_3 দ্রবণ পরীক্ষা : অ্যালকাইন-1 যেমন বিউটাইন-1 অ্যামোনিয়া মিশ্রিত AgNO_3 দ্রবণসহ বিক্রিয়ায় সিলভার বিউটাইনাইডের সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। কিন্তু বিউটাইন-2 এ বিক্রিয়া দেয় না।



(২) অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণ পরীক্ষা : অ্যালকাইন-1 যেমন বিউটাইন-1 অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণসহ বিক্রিয়ায় কপার বিউটাইনাইডের লাল অধঃক্ষেপ দেয়। কিন্তু বিউটাইন-2 এ বিক্রিয়া দেয় না।



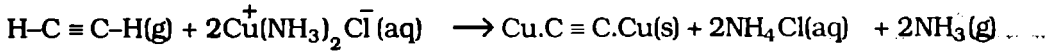
৫.২৬ অ্যালকিন-১ ও অ্যালকাইনের-১ এর পার্থক্যকরণ Differentiation between alkene -1 and alkyne-1

সারণি ৫.৪ : অ্যালকিন -১ ও অ্যালকাইন -১ এর পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া

বিকারকসমূহ	অ্যালকিন-১ $RCH=CH_2, CH_2=CH_2$	অ্যালকাইন-১ $R-C \equiv C-H, H-C \equiv C-H$
১। ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা : CCl_4 দ্রাবকে দ্রবীভূত লাল বর্ণের Br_2 দ্রবণসহ ঝাঁকানো হয়।	১। ব্রোমিনের লাল দ্রবণ বর্ণহীন হয়। $CH_2 = CH_2 + Br_2 \rightarrow BrCH_2-CH_2Br$	১। ব্রোমিনের লাল দ্রবণ বর্ণহীন হয়। $H-C \equiv C-H + 2Br_2 \rightarrow \begin{array}{c} Br \quad Br \\ | \quad | \\ H-C-C-H \\ | \quad | \\ H \quad H \end{array}$
২। বেয়ারের $KMnO_4$ দ্রবণ পরীক্ষা : ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণসহ ঝাঁকানো হয়।	২। $KMnO_4$ দ্রবণের গোলাপী বর্ণ দূর হয়। $CH_2 = CH_2 + [O] + H_2O \rightarrow \begin{array}{c} CH_2 - CH_2 \\ | \quad | \\ OH \quad OH \end{array}$	২। $KMnO_4$ দ্রবণের গোলাপী বর্ণ দূরীভূত হয়। $RC \equiv CH + 4[O] \rightarrow RCOOH + CO_2$
৩। অ্যামোনিয়া মিশ্রিত $AgNO_3$ দ্রবণসহ পরীক্ষা :	৩। এ বিকারকসহ কোন বিক্রিয়া ঘটে না।	৩। সিলভার অ্যালকাইনাইড (বা অ্যাসিটাইড) এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। $RC \equiv CH + Ag(NH_3)_2NO_3 \rightarrow R-C \equiv C \cdot Ag +$ সাদা অধঃক্ষেপ $NH_4NO_3 + NH_3$
৪। অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণসহ পরীক্ষা :	৪। এ বিকারকসহ কোন বিক্রিয়া ঘটে না।	৪। কপার অ্যালকাইনাইড বা অ্যাসিটাইড এর লাল অধঃক্ষেপ পড়ে। $HC \equiv CH + 2Cu(NH_3)_2Cl \rightarrow Cu_2C \equiv C \cdot Cu$ লাল অধঃক্ষেপ $+ 2NH_4Cl + 2NH_3$

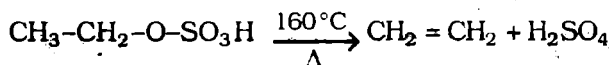
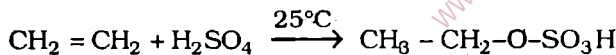
৫.২৭ ইথেন, ইথিন ও ইথাইন গ্যাস মিশ্রণ থেকে তাদেরকে পৃথকীকরণ (Isolation of ethane, ethene and ethyne from their mixture)

(১) প্রথমে ইথেন, ইথিন ও ইথাইনের মিশ্রণটিকে অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইডের দ্রবণে চালনা করলে ইথাইন গ্যাস শোষিত হয়ে লাল বর্ণের কপার কাবাইডের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। ইথেন ও ইথিন অপরিবর্তিত অবস্থায় বের হয়। লাল বর্ণের অধঃক্ষেপকে পৃথক করে লঘু HCl সহ উত্তপ্ত করে ইথাইন গ্যাস সঞ্চার করা হয়। যেমন,



(২) তারপর নির্গত ইথেন ও ইথিন গ্যাসের মিশ্রণকে গাঢ় H_2SO_4 দ্রবণে চালনা করা হয়। তখন ইথিন গাঢ় H_2SO_4 এসিডে শোষিত হয়ে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন করে এবং ইথেন গ্যাসটি বৃদ্ধি আকারে বের হয়। ঐ ইথেন গ্যাস পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় সঞ্চার করা হয়।

(৩) শেষে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটকে $160^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে নির্গত ইথিন গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় সঞ্চার করা হয়। যেমন,



৫.২৮ অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের তুলনা (Comparison among alkane, alkene and alkyne)

সারণি ৫.৫ : অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের তুলনামূলক বৈশিষ্ট্য

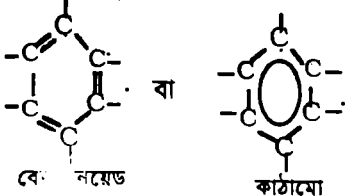
বৈশিষ্ট্য	অ্যালকেন	অ্যালকিন	অ্যালকাইন
১। সাধারণ সংকেত ও উদাহরণ :	১। C_nH_{2n+2} উদাহরণ, CH_3-CH_3	১। C_nH_{2n} উদাহরণ, $H_2C=CH_2$	১। C_nH_{2n-2} উদাহরণ, $HC \equiv C-H$
২। কার্বন শিকলে বন্ধন ও কার্যকরী মূলক :	২। কার্বন-কার্বন একক বন্ধন থাকে, $\begin{array}{c} >C-C< \\ | & | \end{array}$ প্রকৃতপক্ষে অ্যালকেনের কার্যকরীমূলক নেই।	২। কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন যেমন, $\begin{array}{c} >C=C< \\ | & | \end{array}$ (১টি σ ১টি π বন্ধন)	২। কার্বন-কার্বন ত্রি-বন্ধন যেমন, $\begin{array}{c} >C \equiv C< \\ | & | \end{array}$ (১টি σ ২টি π বন্ধন)
৩। কার্বনের সংকরীকরণ :	৩। sp^3 সংকরীকরণ	৩। sp^2 সংকরীকরণ	৩। sp সংকরীকরণ
৪। অণুর গঠন আকৃতি :	৪। চতুস্তলকীয়	৪। ত্রিকোণীয় সমতলীয়	৪। সরলরৈখিক সমতলীয়
৫। বন্ধন কোণ :	৫। 109.5°	৫। 120°	৫। 180°
৬। কার্বন-কার্বন বন্ধন দূরত্ব :	৬। 0.154 nm	৬। 0.134 nm	৬। 0.120 nm
৭। কার্বন-কার্বন বন্ধনশক্তি :	৭। 347 kJmol^{-1}	৭। 612 kJmol^{-1}	৭। 812 kJmol^{-1}
৮। সমাণুতা :	৮। শিকল ও অবস্থান সমাণুতা	৮। জ্যামিতিক বা সিস্ ট্রান সমাণুতা	৮। অবস্থান সমাণুতা
৯। প্রস্তুত পদ্ধতি :	৯। জৈব এসিডের লবণ ও সোডালাইমসহ পাতন, পোট্রোলিয়াম তেল $RCH=CHR$ থেকে।	৯। অ্যালকোহলের নিরুদন, ভিস্ ডাইহ্যালো অ্যালকেন ও জিংক গুঁড়ার বিক্রিয়ায়।	৯। ডাইহ্যালো অ্যালকেন ও অ্যালকোহলীয় KOH এর অপসারণ বিক্রিয়া দ্বারা।
১০। রাসায়নিক সক্রিয়তা ও বিক্রিয়ার শ্রেণী :	১০। কম সক্রিয়। প্রতিস্থাপন, তাপীয় বিয়োজন ও প্রভাবকীয় সমাণুকরণ।	১০। অধিক সক্রিয়। যুত বিক্রিয়া, জারণ, ওজোনাইড গঠন ও পলিমার গঠন।	১০। অধিক সক্রিয়। যুত বিক্রিয়া, জারণ, ওজোনাইড গঠন, পলিমারকরণ ও অম্লীয় H -পরমাণুর প্রতিস্থাপন।

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন : বেনজিন ও টলুইন

৫.২৯ ভূমিকা

Introduction

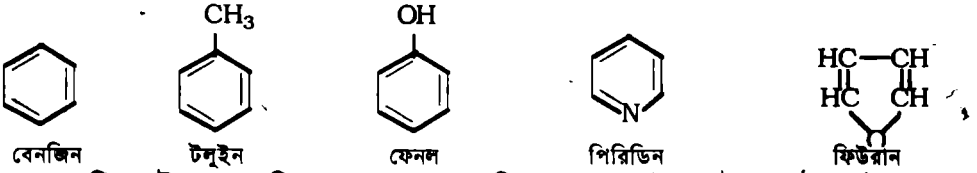
অ্যারোমেটিক শব্দের উৎস হল গ্রিক শব্দ 'অ্যারোমা' ('aroma'), যার অর্থ হল সুমিষ্ট গন্ধ। জৈব রসায়নের সূচনালগ্নকালে সুগন্ধযুক্ত কিছু যৌগ আবিষ্কৃত হয়, যাদের ধর্মী অ্যালিফেটিক যৌগ থেকে ভিন্ন। এ সব সুগন্ধযুক্ত ও বিশেষধর্মী যৌগের নামকরণ হয় অ্যারোমেটিক যৌগ। পরে বিজ্ঞানী লসমিথ (Loschmidt 1861) প্রমাণ করেন যে, এ সব সুগন্ধযুক্ত যৌগের প্রত্যেকের বেনজিনয়েড কাঠামো (benzenoid structure) থাকে। এর মধ্যে বেনজিনয়েড বলয় যুক্ত কিছু যৌগ আবিষ্কৃত হয়, যাদের সুগন্ধের পরিবর্তে অসহনীয় দুর্গন্ধই ছিল। আবার ঐ বিশেষ ধর্মযুক্ত কিছু যৌগ যেমন পিরিডিন আবিষ্কৃত হয়, যাদের ঐ বিশেষ ছয় কার্বনের বেনজিনয়েড বলয় গঠন ছিল না।



তাই অ্যারোমেটিক যৌগের নামকরণে অ্যারোমেটিক শব্দের আভিধানিক অর্থটি নিরর্থক হয়ে গেল। এজন্য বর্তমানে বেনজিনয়েড বলয়স্থিত ইলেকট্রন বিন্যাসভিত্তিক নতুন সংজ্ঞা অ্যারোমেটিক যৌগের জন্য নির্দিষ্ট করা হয়েছে।

(ক) অ্যারোমেটিক যৌগের সাধারণ সংজ্ঞা : বেনজিন, বেনজিনজাতক ও বেনজিনের অনুরূপ ধর্ম বিশিষ্ট বলয়াকার সমধর্মী যৌগসমূহকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। অ্যারোমেটিক যৌগের বিশেষ স্থায়িত্বযুক্ত অসম্পৃক্ততা

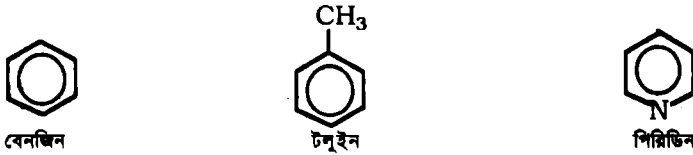
ধাকে, যা অ্যালকিনসমূহ থেকে ভিন্ন হয়। যেমন বেনজিন, টলুইন, ফেনল, পিরিডিন ও ফিউরান হল অ্যারোমেটিক যৌগ।



(খ) অ্যারোমেটিক যৌগের আধুনিক সংজ্ঞা : হাকেল নিয়ম : যে সব জৈব যৌগের গঠন চেপ্টা বা সমতলীয় বলয়াকারবিশিষ্ট এবং ঐ বলয় গঠনকারী পরমাণুসমূহের $(4n+2)$ সংখ্যক সঞ্চরণশীল π -ইলেকট্রন দ্বারা আণবিক অরবিটাল সৃষ্টি হয়, তাদেরকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। এক্ষেত্রে $(4n + 2)$ সংখ্যক π -ইলেকট্রন নিম্নম সংকেতে, $n = 1, 2, 3$ অথবা 0 ইত্যাদি দ্বারা বেনজিনয়েড বলয় সংখ্যা অথবা পাঁচ বা ছয় পরমাণু দ্বারা গঠিত বিযম চাক্তিক বলয় সংখ্যাকে বোঝানো হয়।

জৈব যৌগের সমতলীয় বলয়াকার গঠনে সঞ্চরণশীল $(4n+2)$ সংখ্যক π ইলেকট্রনভিত্তিক অ্যারোমেটিক যৌগের এরূপ সংজ্ঞাকে হাকেল নিয়ম (Huckel rule) বলে।

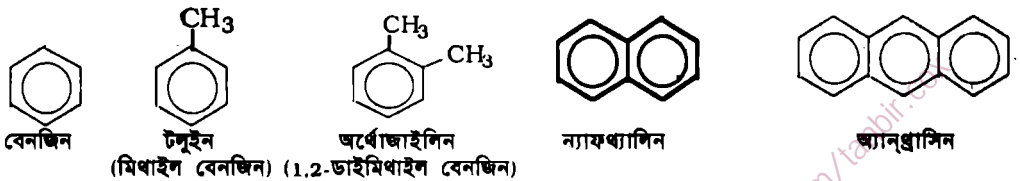
উদাহরণ : হাকেল নিয়ম মতে, বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ, কারণ এর সমতলীয় গঠনে সঞ্চরণশীল 6π ইলেকট্রন আছে। এক্ষেত্রে ছয় সংখ্যাটি হল একটি হাকেল সংখ্যা; যেমন বেনজিন অণুতে চক্র সংখ্যা = 1, তাই $(4n+2)$ তে $n = 1$ হলে তখন $(4 \times 1 + 2) = 6$ হয়, যা দ্বারা বেনজিন বলয়ে সঞ্চরণশীল π -ইলেকট্রন সংখ্যা বোঝায়। অনুরূপভাবে পিরিডিন হল একটি হেটারো অ্যারোমেটিক যৌগ, এর বলয়াকার গঠনে ছয়টি সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন থাকে। সঞ্চরণশীল ছয়টি π -ইলেকট্রনকে বলয়াকার গঠনে 'চক্র' রূপে দেখানো হয়। যেমন,



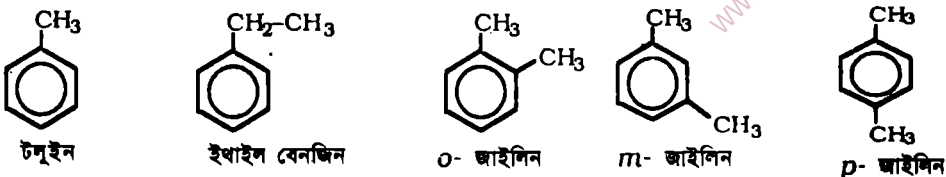
৫.৩০ অ্যারিনস্ ও বেনজিনের সমগোত্রক

Arenes and homologues of benzene

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনকে অ্যারিন বলে। তাদের গঠনে এক বা একাধিক বেনজিনয়েড বলয় থাকে। যেমন বেনজিন, বেনজিনের অ্যালকাইল জাতক, ন্যাফথ্যালিন, অ্যানথ্রাসিন ও অন্যসব পলিনিউক্লিয়ার হাইড্রোকার্বন।



আবার বেনজিনের এক বা একাধিক H পরমাণু সমসংখ্যক অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন বেনজিনের অ্যালকাইল জাতককে বেনজিনের সমগোত্রক বলে। যেমন টলুইন, ইথাইল বেনজিন ও জাইলিনসমূহ।

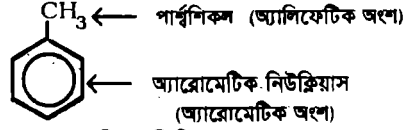


৫.৩১ অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বশিকল

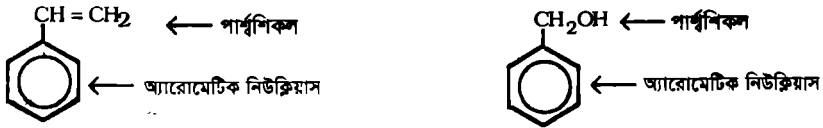
Aromatic nucleus and side chain

সংজ্ঞা : অ্যালকাইল প্রতিস্থাপিত বেনজিনসমূহের বেলায়, অ্যালকাইল মূলক বা অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলটিকে ঐ যৌগের পার্শ্বশিকল বলে এবং অপর অংশ অর্থাৎ ছয় কার্বনবিশিষ্ট বেনজিন বলয়টিকে অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস (aromatic nucleus) বলা হয়।

যেমন, টলুইনের মিথাইল মূলক হল পার্শ্বশিকল এবং অবশিষ্ট বেনজিন বলয়টি হল অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস।



বৈশিষ্ট্য : (i) পার্শ্বশিকলটি অ্যালিফেটিক যৌগের মত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ নেয়। (ii) অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াসটি বেনজিনের মত অ্যারোমেটিক ধর্ম বা অ্যারোমেটিসিটি দেখায়। অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বশিকলের আরো উদাহরণ নিম্নরূপ :



৫.৩২ অ্যারোমেটিক যৌগের উৎস (Sources of aromatic compounds)

অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ প্রধানত উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে উৎপন্ন হয়। এই উদ্ভিদ ও প্রাণী প্রাকৃতিক কারণে ভূ-গর্ভে প্রাপ্ত হয়ে অধিক চাপ ও তাপের প্রভাবে কোল [coal. (C₃H₄)_n] ও পেট্রোলিয়ামে পরিণত হয়। এই কয়লা বা কোল ও পেট্রোলিয়াম হল অ্যারোমেটিক যৌগের প্রধান উৎস। কোল বা কয়লা হতে প্রকৃতপক্ষে বেনজিন ও বেনজিন জাতীয় যৌগ সরাসরি পাওয়া যায় না। কয়লার বিধ্বংসী পাতনের ফলে প্রাপ্ত উপাদান থেকে এ সব যৌগ পাওয়া যায়।

৫.৩৩ কয়লার বিধ্বংসী পাতন বা অন্তর্ভূম পাতন

Destructive distillation of coal

যে প্রক্রিয়ায় বায়ুর অনুপস্থিতিতে আবম্ব পাত্রে কোন কঠিন পদার্থকে উচ্চতাপে বিয়োজিত করা হয় এবং উৎপন্ন বিভিন্ন পদার্থকে ঘনীভূত করে সংগ্রহ করা হয়, সে প্রক্রিয়াকে অন্তর্ভূম পাতন বা বিধ্বংসী পাতন বলে।

সংজ্ঞা : বিটুমিনাস কয়লাকে বায়ুর অনুপস্থিতিতে অগ্নিসহ মৃত্তিকা বা লৌহের তৈরি রিটর্টে 900°-1100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উদ্বায়ী পদার্থসমূহ পাতিত হয়ে যায় এবং কঠিন সঞ্চিত কোক রিটর্টে অবশেষ থাকে। এই পদ্ধতিকে কয়লার অন্তর্ভূম পাতন বা বিধ্বংসী পাতন বা কয়লার কার্বনিকরণ বলা হয়।

কয়লার বিধ্বংসী পাতনের ফলে কোল গ্যাস (17%), আলকাতরা (4-5%), অ্যামোনিয়াক্যাল লিকার (8-10%) ও কোক (70%) পাওয়া যায়। রিটর্ট থেকে নির্গত উদ্বায়ী গ্যাসকে পানি দ্বারা বা বাতাসে ঠাণ্ডা করা শীতক নলের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত করলে আলকাতরা (coal-tar) ও জলীয় অংশ তরলীভূত হয় এবং শীতক নলের সাথে যুক্ত বড় গ্রাহক পাত্রে সঞ্চিত হয়। এই তরল পদার্থ গ্রাহক পাত্রে দুটি আলাদা স্তরে পৃথক হয়ে যায়- (১) ওপরের হলুদে বর্ণের দুর্গন্ধময় অ্যামোনিয়াক্যাল লিকার স্তর এবং (২) নিচের ঘন কালো ও ভারী আলকাতরা বা কোল-টার স্তর (আঃ গুরুত্ব 1.1-1.2)। অ্যামোনিয়াক্যাল লিকারে প্রধানত অ্যামোনিয়াম বাইসালফাইড ও অন্যান্য অ্যামোনিয়াম যৌগ থাকে। এই লিকার থেকে অ্যামোনিয়াম লবণ পৃথক করা যায়। আলকাতরা থেকে কয়েক শত অ্যারোমেটিক যৌগ পাওয়া যায়। কাজেই আলকাতরা হল অ্যারোমেটিক যৌগের প্রধান উৎস।

আবার শীতক থেকে নির্গত অতরলীভূত গ্যাসকে কোকপূর্ণ শোষক স্তম্ভে পানি দ্বারা ধৌত করা হয়। ফলে গ্যাসের সাথে মিশ্রিত আলকাতরা কণাসমূহ দূরীভূত হয়। পরে H₂SO₄ এর মধ্য দিয়ে ঐ গ্যাসকে চালনা করলে (NH₄)₂SO₄ হিসেবে অ্যামোনিয়া পৃথক হয়ে যায়। শেষে নির্গত গ্যাসকে আর্দ্র ফেরিক হাইড্রক্সাইডের মধ্যে প্রবাহিত করলে H₂S মুক্ত কোল গ্যাস পাওয়া যায়। কোল গ্যাসের মধ্যে H₂(47%), CH₄(36%), CO(8%), CO₂(2%), N₂(3%) এবং 4% অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, বেনজিন, টলুইন, জাইলিন, ন্যাফথলিন বাস ইত্যাদি থাকে। এই কোল গ্যাস অ্যারোমেটিক যৌগের অন্যতম উৎস।

৫.৩৪ আলকাতরা বা কোলটারের আংশিক পাতন Fractional distillation of coal tar

প্রায় 10-12% জলীয়-বাষ্পযুক্ত বিটুমিনাস-কয়লাকে 900°-1100°C তাপমাত্রায় বিধ্বংসী পাতনে প্রাপ্ত কালো বর্ণের ভারী ও আঠালো পদার্থকে আলকাতরা বা কোলটার বলে। আলকাতরার মধ্যে পানি মিশ্রিত অম্লীয়, ক্ষারকীয় ও নিরপেক্ষ—এই তিন শ্রেণীর বিভিন্ন অ্যারোমেটিক যৌগ থাকে। আলকাতরাকে লৌহ নির্মিত রিটর্টে নিয়ে ‘অংশ-কলাম’ ব্যবহার করে ধীরে ধীরে 400°C তাপমাত্রা পর্যন্ত আংশিক পাতন করলে আলকাতরা থেকে উদ্বারী যৌগসমূহ পাতিত হয়ে যায় এবং রিটর্টের তলদেশে পিচ (pitch) নামক কালো পদার্থ অবশেষ থাকে।

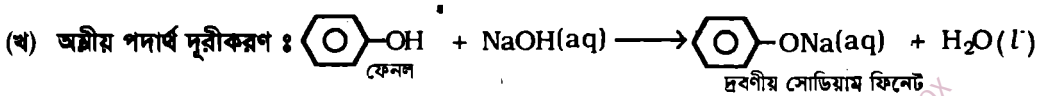
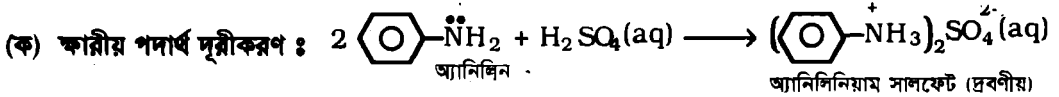
সারণি ৫.৬ : আলকাতরার আংশিক পাতনে প্রাপ্ত বিভিন্ন পাতিত অংশ ও উপাদান

পাতিত অংশের নাম	পাতন তাপমাত্রা	শতকরা পরিমাণ	পাতিত তরলে প্রধান উপাদানসমূহ
১। লঘু তৈল (Light oil) (আঃ গঃ = 0.97)	170°C পর্যন্ত	5%	বেনজিন, টলুইন, জাইলিন, কিছু ফেনল, পিরিডিন, থায়োফিন, অ্যানিলিন ইত্যাদি।
২। মধ্যম তৈল (Middle oil) (আঃ গঃ = 1.005)	171°- 230°C	7.5%	ফেনল, ক্রিসল, ন্যাফথলিন ইত্যাদি।
৩। ভারী তৈল বা ক্রিয়াজ্যেট তৈল (Heavy oil) (আঃ গঃ = 1.03)	231°- 270°C	10%	ক্রিসল, ন্যাফথলিন, কুইনোলিন ইত্যাদি।
৪। সবুজ তৈল বা অ্যানথ্রাসিন তৈল (Green oil) (আঃ গঃ = 1.09)	271°- 400°C	20%	অ্যানথ্রাসিন, ফিনানথ্রিন ইত্যাদি।
৫। পিচ (Pitch)	রিটর্টে অবশেষ থাকে	57.5%	কোব-কার্বন।

৫.৩৫ আলকাতরা বা কোলটার বা লঘু তৈল থেকে বেনজিন পৃথকীকরণ (Extraction of benzene from coal tar or light oil)

লঘু তৈল : প্রায় 10-12% জলীয়বাষ্প যুক্ত বিটুমিনাস কয়লার বিধ্বংসী পাতনে প্রাপ্ত কালো বর্ণের আলকাতরা বা কোলটারকে আংশিক পাতন করলে 170° সে. তাপমাত্রায় যে পাতিত তরল পাওয়া যায়, তাকে লঘু তৈল বলে।

লঘু তৈলের মধ্যে প্রধানত (ক) নিরপেক্ষ জাতীয় বেনজিন, টলুইন, জাইলিন প্রভৃতি হাইড্রোকার্বন; (খ) ক্ষার জাতীয় অ্যানিলিন, পিরিডিন, থায়োফিন এবং (গ) অম্ল জাতীয় পদার্থ ফেনল থাকে। লঘু তৈলকে প্রথমে গাঢ় H₂SO₄ ও পরে 10% NaOH দ্রবণ দ্বারা ধৌত করে যথাক্রমে ক্ষার জাতীয় ও অম্ল জাতীয় পদার্থ দূর করা হয়।



পরে এ তৈলকে বার বার পানি দ্বারা ধৌত করলে অব্যবহৃত NaOH দূরীভূত হয়। শেষে এ লঘু তৈলকে আংশিক পাতন করে 70°-110°C তাপমাত্রায় পাতিত অংশকে সংগ্রহ করা হয়। এ অংশকে 90% বেনজল (benzol) বলা হয়। এ 90% বেনজলে* প্রধানত 84% বেনজিন, 13% টলুইন এবং 3% জাইলিন থাকে। 90% বেনজলকে আংশিক পাতন করে 80°- 82°C তাপমাত্রায় পাতিত তরল পদার্থকে সংগ্রহ করলে মোটামুটি 99% বিশুদ্ধ বেনজিন পাওয়া যায়।

বিশোধন : লঘু তৈলের আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথকীকৃত এ বেনজিনে টলুইন, থায়োফিন প্রভৃতি অপদ্রব্য বিদ্যমান থাকে। বিশোধনের জন্য এ বেনজিনকে হিম-মিশ্রণ দ্বারা শীতল করলে 5-4°C তাপমাত্রায় বেনজিনের কঠিন কেলাস পাওয়া যায়। ঐ কেলাসগুলোকে পৃথক করলে মোটামুটি অপদ্রব্য মুক্ত বেনজিন পাওয়া যায়; কিন্তু তবুও

* 90% বেনজলের 100 mL পরিমাণকে অনূর্ধ্ব 100°C তাপমাত্রায় পাতিত করলে 90 mL তরল উৎপাদ পাওয়া যায়।

এ বেনজিনে সামান্য পরিমাণ ধায়োফিন (0.5%) থাকে। ধায়োফিন মিশ্রিত ঐ বেনজিনকে শীতল গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে মিশিয়ে বার বার ঝাঁকালে ধায়োফিন দূর হয়। অতঃপর এ বেনজিন স্তরকে পৃথক করে ও অনার্দ্র $CaCl_2$ (নিরুদক) দ্বারা শুষ্ক করার পর $80-4^\circ C$ তাপমাত্রায় পাতন করলে রাসায়নিকভাবে বিশুদ্ধ বেনজিন পাওয়া যায়।

[$110-140^\circ C$ তাপমাত্রায় পাতিত অংশকে 50% বেনজল (50% benzol) বলে। 50% বেনজলেও বেনজিন (46%), টলুইন ও সামান্য জাইলিন থাকে। 90% বেনজল ও 50% বেনজলকে $108-110^\circ C$ তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করলে সোটাটামুটি বিশুদ্ধ টলুইন পাওয়া যায়।]

৫.৩৫.১ কোল গ্যাস থেকে বেনজিন (Benzene from coal tar)

বিটুমিনাস কয়লার বিখণ্ডনী পাতনে প্রাপ্ত কোল গ্যাসে প্রধানত অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, বেনজিন, টলুইন, জাইলিন ও ন্যাফথলিন বাষ্পের সাথে অ্যামোনিয়া (NH_3) ও H_2S গ্যাস মিশ্রিত থাকে। প্রথমে কোল গ্যাস থেকে শোষক পদার্থ অথবা দ্রাবকের সাহায্যে লঘু তৈল পৃথক করা হয়। যেমন,

(১) শোষক পদার্থের সাহায্যে লঘু তৈল পৃথকীকরণ : কোল-গ্যাসকে সক্রিয় কয়লার মধ্যে চালনা করা হয়। ফলে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, বেনজিন, টলুইন, জাইলিন ইত্যাদির বাষ্প সক্রিয় কয়লা দ্বারা শোষিত হয়। পরে হাইড্রোকার্বন শোষিত সক্রিয় কয়লাকে স্টিম পাতন করলে পাতিত তরলরূপে বাদামি বর্ণের লঘু তৈল পাওয়া যায়।

(২) দ্রাবকের সাহায্যে লঘু তৈল পৃথকীকরণ : কোল গ্যাসকে উচ্চ স্ফূটনাঙ্কবিশিষ্ট জৈব দ্রাবক যেমন, ক্রিয়োজোট তৈল-এর মধ্যে চালনা করলে বেনজিন ও বেনজিনের সমগোত্রীয় হাইড্রোকার্বনসমূহ ক্রিয়োজোট তৈলে দ্রবীভূত হয়ে থাকে। পরে অ্যারোমেটিক যৌগ শোষিত দ্রাবক তৈলকে উত্তপ্ত করলে জৈব যৌগসমূহ পাতিত হয়ে বাদামি বর্ণের লঘু তৈলরূপে পৃথক হয়।

লঘু তৈলে প্রধানত বেনজিন, টলুইন, জাইলিন প্রভৃতি নিরপেক্ষ যৌগ; সামান্য পরিমাণ অ্যানিলিন ও পিরিডিন জাতীয় ক্ষারীয় পদার্থ এবং খুব কম পরিমাণ ফেনল নামক অম্ল জাতীয় পদার্থ থাকে।

লঘু তৈলকে প্রথমে গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা দৌত করে ফার জাতীয় পদার্থ দূর করা হয় এবং পরে 10% NaOH দ্রবণ দ্বারা দৌত করে ফেনল ও অব্যবহৃত H_2SO_4 দূর করা হয়। অতঃপর এ তৈলকে বার বার পানি দ্বারা দৌত করে অব্যবহৃত NaOH দূর করা হয়। শেষে এ লঘু তৈলকে আংশিক পাতন করে $70-110^\circ C$ তাপমাত্রায় পাতিত অংশ সংগ্রহ করা হয়। এ পাতিত অংশকে 90% বেনজল (90% benzol) বলে। 90% বেনজলকে পুনরায় আংশিক পাতন করে $80-82^\circ C$ তাপমাত্রায় গৃহীত পাতিত তরলরূপে সোটাটামুটি বিশুদ্ধ বেনজিন পাওয়া যায়।

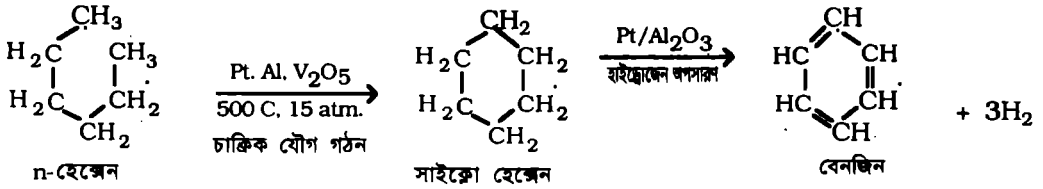
[এর বিশোধনের জন্য পূর্বের বেনজিন পৃথকীকরণ অনুচ্ছেদ-এর 'বিশোধন' দ্রষ্টব্য]

৫.৩৬ পেট্রোলিয়াম থেকে বেনজিন ও টলুইনের উৎপাদন

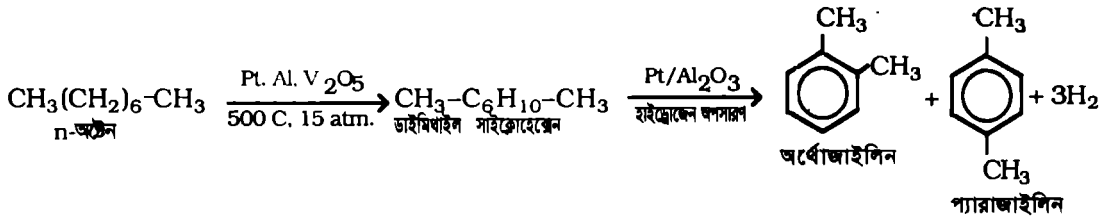
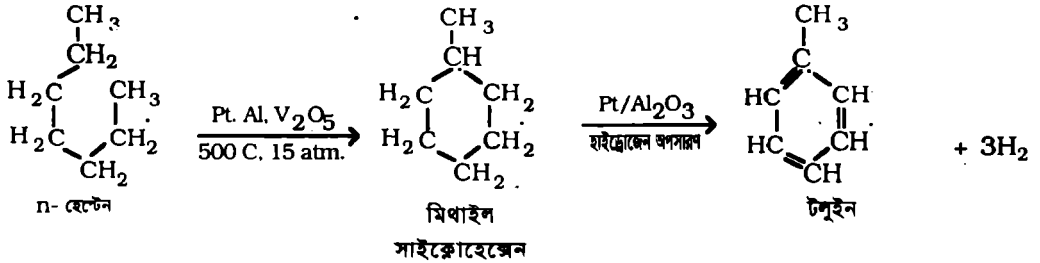
Manufacture of benzene and toluene from petroleum

১। অ্যারোমেটিকরণ (aromatization) বা রিকরমিং পদ্ধতি : পেট্রোলিয়াম তৈলকে আংশিক পাতন করলে $35-175^\circ C$ তাপমাত্রায় প্রাপ্ত পাতিত তরলকে পেট্রোল বা গ্যাসোলিন বলে। পেট্রোল বা গ্যাসোলিনে n-হেক্সেন, n-হেক্টেন, n-অক্টেন প্রভৃতি সরল শিকল অ্যালকেন থাকে। এ মিশ্রণকে Pt.Al গুঁড়া মিশ্রিত ক্রোমিয়াম অক্সাইড বা ভ্যানাডিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে 10 - 20 atm চাপে প্রায় $500^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। একই সঙ্গে চাক্রিক যৌগ গঠন প্রক্রিয়া (cyclisation), হাইড্রোজেন অপসারণ (dehydrogenation) ও সমাণুকরণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে বেনজিন, টলুইন, জাইলিন প্রভৃতি অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। আংশিক পাতন বা বিশেষ দ্রাবকের সাহায্যে এ মিশ্রণের উপাদানগুলো পৃথক করা হয়। বর্তমানে 90% বাণিজ্যিক বেনজিন পেট্রোলিয়াম থেকে উৎপাদন করা হয়।

উদাহরণ-১। n-হেক্সেন থেকে বেনজিন : n-হেক্সেনকে Pt, Al গুঁড়া মিশ্রিত ভ্যানাডিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে 15 atm চাপে প্রায় 500°C এ উত্তপ্ত করা হয়। প্রথমে চাক্রিক প্রক্রিয়ায় সাইক্লোহেক্সেন এবং পরে হাইড্রোজেন অপসারণ প্রক্রিয়ায় বেনজিন উৎপন্ন হয়।

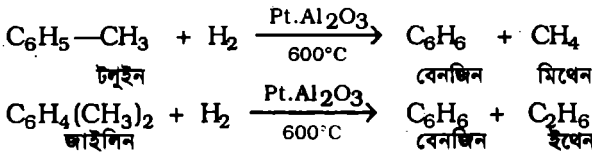


উদাহরণ-২। অনুরূপভাবে n-হেক্টেন থেকে টলুইন এবং n-অক্টেন থেকে জাইলিন পাওয়া যায়।



প্রভাবকের উপস্থিতিতে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন প্রস্তুতির এ প্রক্রিয়াকে অ্যারোমেটিকরণ বা রিকরমিং প্রক্রিয়া (reforming) বলা হয়।

২। টলুইন ও জাইলিন থেকে বেনজিন : পেট্রোলিয়াম থেকে অধিক পরিমাণ টলুইন ও কিছু জাইলিন পাওয়া যায়। তাই টলুইন ও জাইলিনকে Pt গুঁড়া ও Al₂O₃ এর উপস্থিতিতে উচ্চচাপে হাইড্রোজেন দ্বারা বেনজিনে পরিণত করা হয়। এরূপে হাইড্রোজেন পরমাণু দ্বারা অ্যালকাইল মূলক প্রতিস্থাপন প্রক্রিয়াকে হাইড্রো-ডিঅ্যালকাইলেশন বলে।

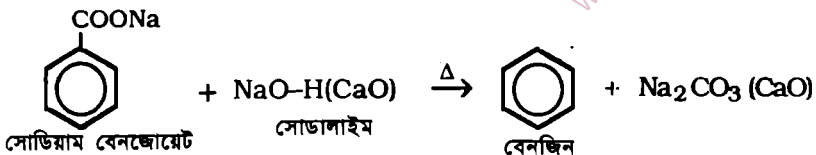


৫.৩৭ পরীক্ষাগারে বেনজিন প্রস্তুত পদ্ধতি

Laboratory preparation of benzene

১। পরীক্ষাগারে বেনজিন প্রস্তুতি : বেনজোয়িক এসিডের লবণ ও সোডালাইমের মিশ্রণ থেকে :

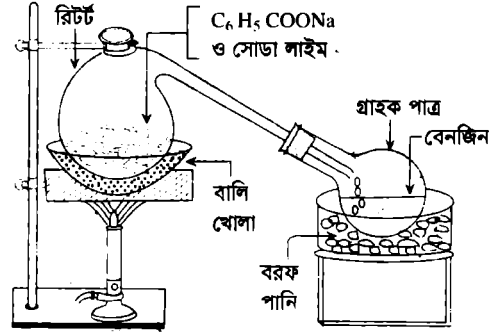
মূলনীতি : পরীক্ষাগারে সোডিয়াম বেনজোয়েট ও সোডালাইমের মিশ্রণকে তীব্রভাবে উত্তপ্ত করলে বেনজিন বাষ্প ও সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বেনজোয়েট থেকে CO₂ এর অপসারণ ঘটে।



প্রস্তুতির বর্ণনা : দীর্ঘ নলযুক্ত কাচের রিটর্টের মধ্যে ১ : ৩ অনুপাতে সোডিয়াম বেনজোয়েট ও সোডালাইমের মিশ্রণ নেয়া হয়। রিটর্টের লম্বা নলটিকে একটি গোলতলী ফ্লাস্কের ভেতর ঢুকিয়ে রেখে ফ্লাস্কটিকে বরফ শীতল পানিতে ভাসিয়ে রাখা হয়। স্ট্যান্ডের সাথে রিটর্টটিকে ক্ল্যাম্প দ্বারা আটকানো হয় এবং বালিখোলার ওপর রাখা হয়।

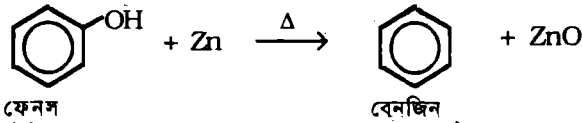
অতঃপর রিটর্টের ভেতরে সোডিয়াম বেনজোয়েট ও সোডালাইমের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করা হয়। তখন বেনজিন বাষ্প উৎপন্ন হয় এবং রিটর্টের লম্বা নলের ভেতর ঘনীভূত হয়ে গ্রাহকপাত্র গোলতলী ফ্লাস্কে তরল বেনজিন জমা হয়।

সতর্কতা : (১) বেনজিন বাষ্প দাহ্য পদার্থ; তাই গোলতলী ফ্লাস্ক থেকে যেন বেনজিন বাষ্প বের না হয়, তা দেখতে হবে। (২) ধীরে ধীরে সমভাবে রিটর্টটিকে উত্তপ্ত করা উচিত।



চিত্র ৫.৬ : পরীক্ষাগারে বেনজিন প্রস্তুতি।

২। ফেনল থেকে বেনজিন : ফেনলকে দস্তা বা জিংক গুঁড়ার সাথে শক্ত কাচের গোলতলী ফ্লাস্কে উত্তপ্ত করা হয়। তখন ফেনল জিংক দ্বারা বিজারিত হয়ে বেনজিন বাষ্প ও জিংক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। বেনজিন বাষ্পকে শীতল করার পর তরল বেনজিন পাওয়া যায়।

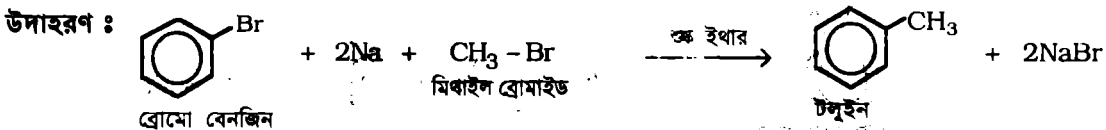
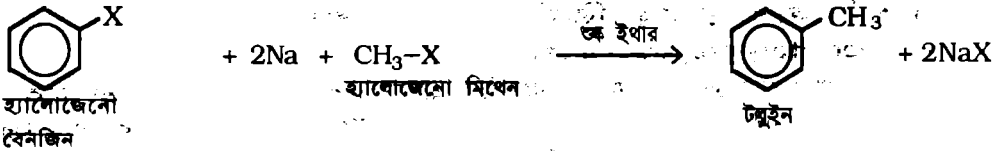


৫.৩৮ পরীক্ষাগারে টলুইন বা মিথাইল বেনজিন প্রস্তুতি

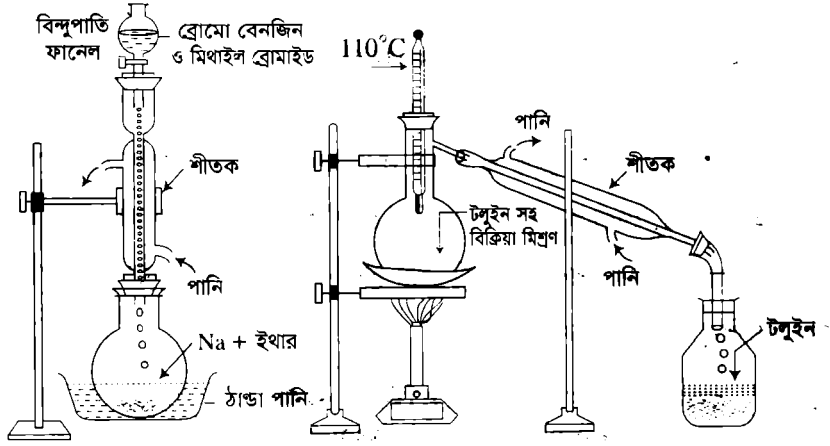
Laboratory method of preparation of toluene

১। ব্রোমো বেনজিন ও মিথাইল ব্রোমাইড থেকে টলুইন

মূলনীতি : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত হ্যালোজেনো মিথেন যেমন, মিথাইল ব্রোমাইড ও হ্যালোজেনো বেনজিন যেমন, ব্রোমো বেনজিন (অথবা মিথাইল আয়োডাইড ও আয়োডো বেনজিন)-এর মিশ্রণে সোডিয়াম ধাতু যোগ করলে বিক্রিয়া শুরু হয়; ফলে টলুইন উৎপন্ন হয়ে বাষ্পীভূত হয়। টলুইনের বাষ্পকে শীতল করে তরল টলুইন সংগ্রহ করা হয়। এই বিক্রিয়াকে উর্টজ ফিটিঙ্গ বিক্রিয়া বলে। যেমন,



পদ্ধতির বর্ণনা :
একটি গোলতলী ফ্লাস্কের সাথে খাড়াভাবে একটি শীতক যুক্ত করা হয়। শীতকটির ওপরের প্রান্তে একটি বিন্দুপাতি ফানেল যুক্ত করে ফ্লাস্কটিকে ঠাণ্ডা



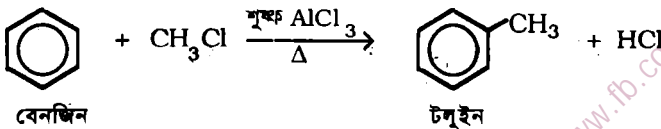
চিত্র ৫.৭ : পরীক্ষাগারে টলুইন প্রস্তুতি।

পানির ওপর বসিয়ে রাখা হয়। ফ্লাস্কটির মধ্যে কয়েক টুকরা সোডিয়াম ধাতু দিয়ে শুষ্ক ইথার ঢালা হয়। অঙ্কপের বিন্দুপাতি ফানেলের মধ্যে ব্রোমো বেনজিন ও মিথাইল ব্রোমাইড ১ : ১ অনুপাতে মিশিয়ে নেয়া হয়। এখন বিন্দুপাতি ফানেল থেকে উক্ত মিশ্রণকে ফোঁটায় ফোঁটায় ফ্লাস্কের মধ্যে যোগ করা হয় এবং ফ্লাস্কটিকে মাঝে মাঝে নাড়ানো হয়। বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন তাপে মিশ্রণটি ফুটতে থাকে। তখন ঠাণ্ডা পানিতে ফ্লাস্কটিকে ডুবিয়ে শীতল করা হয়। কয়েক ঘণ্টার পর বিক্রিয়া শেষ হয়। তখন ফ্লাস্কের ভেতরের তরলটিকে আংশিক পাতন করে ১১০°C তাপমাত্রায় পাতিত তরলরূপে বিশুদ্ধ টলুইন পাওয়া যায়।

সতর্কতা : (১) বিন্দুপাতি ফানেল থেকে ধীরে ধীরে ব্রোমোবেনজিন ও মিথাইল ব্রোমাইডের মিশ্রণ শুষ্ক ইথার মিশ্রিত সোডিয়ামের মধ্যে যোগ করতে হয়। (২) ফ্লাস্ক বেশি উত্তপ্ত হলে বিন্দুপাতি ফানেল কিছুক্ষণ বন্ধ রাখা উচিত।

২। বেনজিন থেকে টলুইন প্রস্তুতি

মূলনীতি : শুষ্ক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$) এর উপস্থিতিতে বেনজিন ও শুষ্ক মিথাইল ক্লোরাইডের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে বেনজিন থেকে টলুইন উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াটি ফ্রিডেল ক্রাফ্ট অ্যালকাইলেশনের একটি উদাহরণ।



বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণটিকে 5°C এর নিচে হিম শীতল পানিতে ঢেলে দেয়া হয়। তখন অপরিবর্তিত বেনজিন কঠিন অবস্থায় জমাট বেঁধে যায়, কিন্তু টলুইন তরল অবস্থায় থাকে। এ টলুইনকে পৃথক করে ১১০°C তাপমাত্রায় পাতন করলে বিশুদ্ধ টলুইন পাতিত তরলরূপে পাওয়া যায়।

৫.৩৯ বেনজিনের ভৌত ধর্ম

Physical properties of benzene

(১) বেনজিন বিশেষ গন্ধযুক্ত বর্ণহীন উদ্বায়ী তরল পদার্থ। (২) এর গলনাঙ্ক 5.4°C ও স্ফুটনাঙ্ক 80.4°C । (৩) বেনজিনের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.88। (৪) বেনজিন পানি অপেক্ষা হালকা এবং পানিতে অদ্রব্য; কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার, পেট্রোল প্রভৃতি দ্রাবকে যে কোন অনুপাতে দ্রবীভূত হয়। (৫) চর্বি, মোম, সালাফার, রেজিন, আয়োডিন ইত্যাদির জন্য বেনজিন একটি ভাল দ্রাবক। (৬) বেনজিন সহজ দাহ্য পদার্থ এবং দহনের সময়ে কালো ধোঁয়া যুক্ত শিখা উৎপন্ন করে।

৫.৪০ বেনজিনের রাসায়নিক ধর্ম

Chemical properties of benzene

বেনজিনের অরবিটাল গঠন ও সক্রিয়তা : ছয় কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট বেনজিন (C_6H_6) হল বলয়াকার গঠনের হাইড্রোকার্বন। এর বলয় হল ষড়ভুজাকার ও সমতলীয়। এ গঠনে তিনটি $\text{C}-\text{C}$ একক বন্ধন ও তিনটি $\text{C}=\text{C}$ দ্বিবন্ধন একান্তর বা কনজুগেটেড অবস্থায় আছে। ছয়টি H পরমাণু প্রতিটি C-পরমাণুর সাথে σ বন্ধনে আবদ্ধ আছে। বেনজিন হল ষড়ভুজাকার চক্রিক অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন। বিজ্ঞানী কেকুল (August Kekule, 1865)-এর মতে, বেনজিন অণুতে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ও কার্বন-কার্বন একক বন্ধন অবিরত ষড়ভুজাকার কাঠামোতে স্থান পরিবর্তন করে। পরবর্তীতে বেনজিনের অনুরণন সংকর (resonance hybrid) কাঠামো গৃহীত হয়। কোন যৌগের অণুর মূল গঠন কাঠামোতে পরমাণুসমূহের অবস্থান অপরিবর্তিত রেখে পাই (π) ইলেকট্রনসমূহের বিন্যাসে পার্থক্যজনিত একাধিক সমশক্তির কাঠামো সৃষ্টির গতিশীল প্রক্রিয়াকে অনুরণন বলা হয়। বেনজিনের দুটি অনুরণন কাঠামো (ক) ও (খ) এর অনুরণন সংকর কাঠামো (গ) দ্বারা দেখানো হয়। এই অনুরণন সংকর কাঠামোর সঠিক চিত্র অঙ্কন করা সম্ভব নয়। তবে সাধারণত ষড়ভুজের মধ্যে বৃত্ত দিয়ে এই কাঠামো দেখানো হয়।

যেমন,



(ক)



(খ)



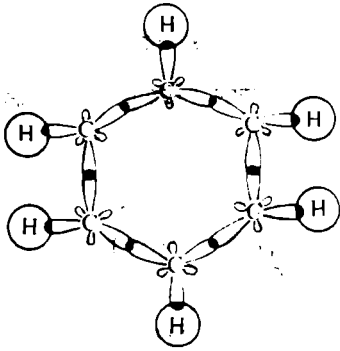
(গ)

সংকরগণনা
6 π ইলেকট্রন

ইথিনে	$\text{C}=\text{C}$ বন্ধন দূরত্ব	= 0.154 nm
ইথিলিনে	$\text{C}-\text{C}$ বন্ধন দূরত্ব	= 0.134 nm
বেনজিনে	$\text{C}-\text{C}$ বন্ধন দূরত্ব	= 0.139 nm

বেনজিনের গাঠনিক অসম্পৃক্ততা ইথিন ও ইথাইন থেকে ভিন্ন

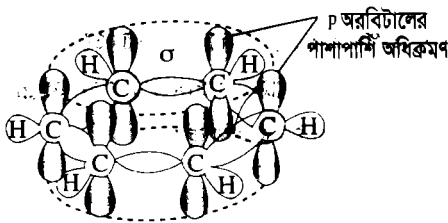
ইথিন ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) এবং বেনজিন (C_6H_6) উভয়ক্ষেত্রে sp^2 সংকরিত কার্বন থেকে দ্বিবন্ধন সৃষ্টি হয়। প্রথমে ছয়টি sp^2 সংকরিত C-পরমাণু প্রত্যেকের দুটি সংকর অরবিটাল দ্বারা পরস্পরের মধ্যে বলয়াকারে ছয়টি σ বন্ধন গঠন করে। পরে প্রত্যেক C-পরমাণুর অবশিষ্ট sp^2 সংকর অরবিটাল H পরমাণুর সাথে sp^2-s অরবিটাল অধিক্রমণে $\text{C}-\text{H}$ সিগমা (σ) বন্ধন গঠন করে। এভাবে বেনজিনের ষড়ভুজাকার সমতলীয় σ -বন্ধন মূল কাঠামোটি গঠিত হয়।



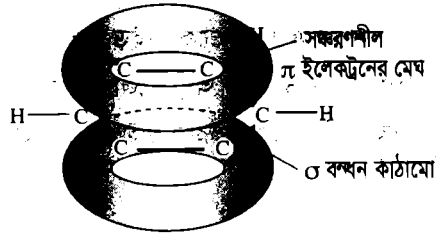
চিত্র ৫.৮ : বেনজিনের ষড়ভুজাকার σ বন্ধন মূল কাঠামো

(ক) বেনজিনে $C=C$ দ্বিবন্ধন দূরত্ব হয় 0.139 nm, যা, ইথেন ও ইথিলিনে কার্বন-কার্বন একক ও দ্বিবন্ধন দূরত্ব (0.154 nm ও 0.134 nm) এর মাঝামাঝি হয়। (খ) বেনজিন ইথিলিনের মত সব ইলেকট্রন আকর্ষী যুত বিক্রিয়া দেয় না, বরঞ্চ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়।

নিচে বেনজিনের অরবিটাল চিত্র দেখানো হল। বেনজিনের বিক্রিয়াকালে আক্রমণকারী ইলেকট্রোফাইল ঐ π ইলেকট্রনের মেঘকে প্রথমে আক্রমণ করে বিক্রিয়া শুরু করে। বেনজিন সত্যিকার অর্থে একদিকে অসম্পৃক্ত যৌগের মত



চিত্র ৫.৯ : মাঝখানের ছয় কার্বনের ষড়ভুজাকার সমতলটি σ বন্ধন দ্বারা সৃষ্ট। ওপরে ও নিচে p অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ।

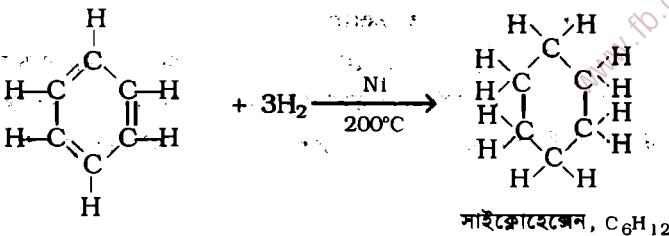


চিত্র ৫.১০ : ছয় কার্বনের ষড়ভুজাকার সমতলের ওপরে ও নিচে বৃত্তাকারে সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রনের মেঘ।

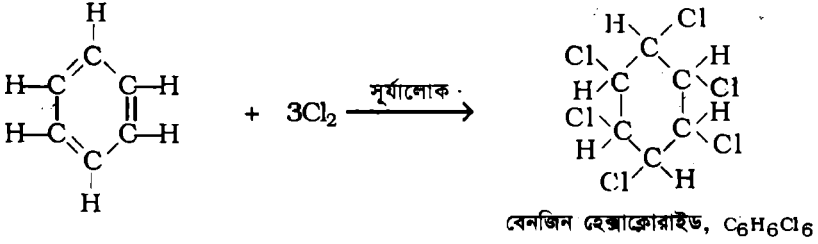
(ক) যুত বিক্রিয়া ও অপর দিকে (খ) সম্পৃক্ত যৌগের মত প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। সুতরাং বেনজিনের অসম্পৃক্ততা হল এক বিশেষ ধরনের যা ইথিলিনের অসম্পৃক্ততার মত নয়। যেমন,

৫.৪০.১ বেনজিনের যুত বিক্রিয়া Addition reaction of benzene

১। হাইড্রোজেন সংযোজন : সূক্ষ্ম নিকেল চূর্ণ প্রভাবকের উপস্থিতিতে 200°C তাপমাত্রায় বেনজিন-বাল্প ও হাইড্রোজেন সংযুক্ত হয়ে সাইক্লোহেক্সেন গঠন করে। প্রতি অণু বেনজিনের সাথে তিন অণু হাইড্রোজেন যুক্ত হয়ে থাকে।



২। হ্যালোজেন সংযোজন : উজ্জ্বল সূর্যালোক বা অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে এক অণু বেনজিন তিন অণু ক্লোরিনের সাথে সংযোজন বা যুত বিক্রিয়া করে বেনজিন হেপ্তাক্লোরাইড বা গ্যামেজিন পাউডার উৎপন্ন করে।

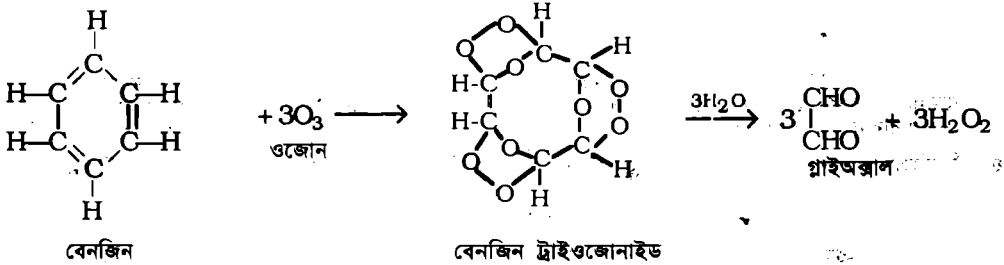


উপরিউক্ত হাইড্রোজেন সংযোজন ও হ্যালোজেন সংযোজন বিক্রিয়া থেকে সুস্পষ্ট যে, এক অণু বেনজিন তিন অণু H_2 ও তিন অণু Cl_2 -এর সাথে যুক্ত হয়ে যথাক্রমে সাইক্লোহেপ্তেন ও বেনজিন হেপ্তাক্লোরাইড উৎপন্ন করে। এ সব যুত বিক্রিয়া প্রমাণ করে যে, বেনজিন একটি অসম্পৃক্ত যৌগ এবং বেনজিন অণুতে তিনটি দ্বিবন্ধন আছে।

বেনজিন হেপ্তাক্লোরাইডের বাণিজ্যিক নাম গ্যামেজিন। এটা একটি শক্তিশালী জীবাণুনাশক পদার্থ।

অনুরূপভাবে, ব্রোমিনের সাথে বেনজিন উজ্জ্বল সূর্যালোকে যুত বিক্রিয়া করে বেনজিন হেপ্তাব্রোমাইড উৎপন্ন করে।

৩। ওজোন সংযোজন বা ওজোনাইড গঠন : সাধারণ তাপমাত্রায়, বেনজিনের মধ্যে ওজোন গ্যাস চালনা করলে প্রতি অণু বেনজিন তিন অণু ওজোনের সাথে যুক্ত হয়ে বেনজিন ট্রাইওজোনাইড গঠন করে। বেনজিন ট্রাইওজোনাইডকে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে গ্লাইঅক্সাল ও হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড উৎপন্ন হয়।



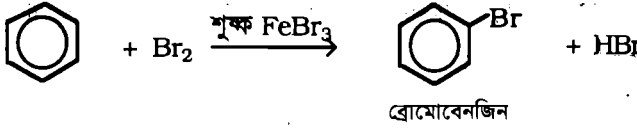
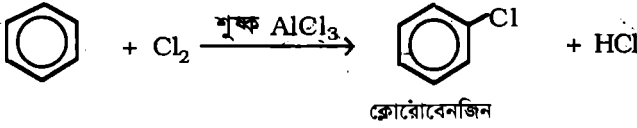
উপরিউক্ত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জারণধর্মী H_2O_2 কে বিনষ্ট করার জন্য বিক্রিয়ক মিশ্রণে জিংকের গুঁড়া যোগ করা হয়। ফলে জিংক অক্সাইড ও পানি উৎপন্ন হয়। $H_2O_2 + Zn = ZnO + H_2O$

৫.৪০.২ বেনজিনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া Substitution reactions of benzene

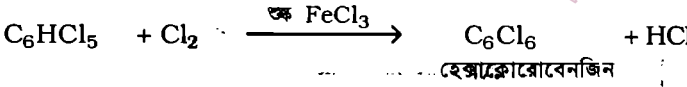
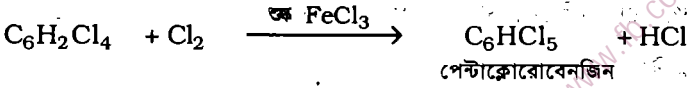
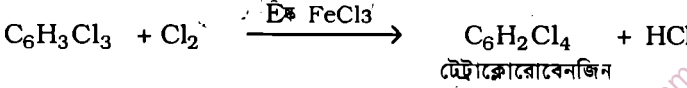
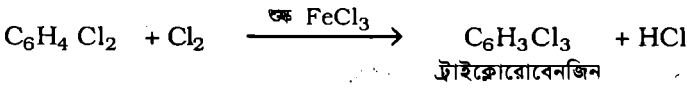
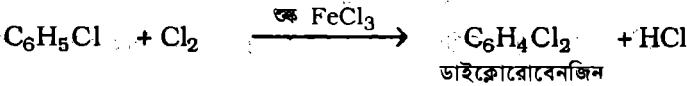
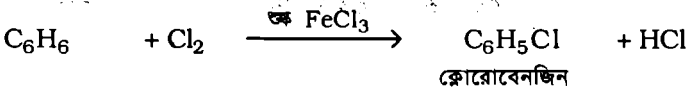
বেনজিনসহ সমস্ত অ্যারোমেটিক যৌগের মূল বিক্রিয়া হল প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। বেনজিন চক্র বেশি স্থায়ী বলে এর অণু থেকে হাইড্রোজেন পরমাণুকে পর্যায়ক্রমে বিভিন্ন প্রতিস্থাপক দ্বারা প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে প্রতিস্থাপিত করা যায়। নিম্নে এ ধরনের কয়েকটি বিক্রিয়া উল্লেখ করা হল; যাতে বেনজিন বলয়ে কয়েকটি গ্রুপ সরাসরি H পরমাণুকে সরিয়ে স্থান দখল করে।

১। হ্যালোজেনেশন (Halogenation) : যে বিক্রিয়ায় কোন জৈব যৌগ থেকে হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা সমসংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হয়, তাকে হ্যালোজেনেশন বলে। হ্যালোজেনেশন বিক্রিয়া যে প্রজন্মবকের উপস্থিতিতে দ্রুত সম্পন্ন হয়, তাকে হ্যালোজেন বাহক বলে। হ্যালোজেন বাহকসমূহ লুইস এসিড যেমন, $FeCl_3$, $FeBr_3$, $AlCl_3$ প্রভৃতি। হ্যালোজেনেশন একটি ইলেকটন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। যেমন,

১(ক)। বেনজিনের হ্যালোজেনেশন : হ্যালোজেন বাহক যেমন, শুষ্ক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$) এর উপস্থিতিতে ক্লোরিন এবং ফেরিক ব্রোমাইড ($FeBr_3$) এর উপস্থিতিতে ব্রোমিন বেনজিনের সাঁথে পৃথক পৃথক বিক্রিয়া করে যথাক্রমে ক্লোরোবেনজিন ও ব্রোমোবেনজিন উৎপন্ন করে।



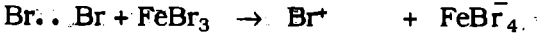
এরূপে একাধিক Cl বা Br পরমাণু বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপিত হতে পারে। যেমন, ক্লোরিন সামান্য উচ্চ তাপমাত্রায় হ্যালোজেন বাহকের উপস্থিতিতে বেনজিন বলয় থেকে হাইড্রোজেন পরমাণুসমূহকে একে একে প্রতিস্থাপিত করে ক্লোরোবেনজিন, ডাইক্লোরোবেনজিন, ট্রাইক্লোরোবেনজিন, টেট্রাক্লোরোবেনজিন, পেন্টাক্লোরোবেনজিন এবং সবশেষে হেক্সাক্লোরোবেনজিন উৎপন্ন করে।



বেনজিনের সঙ্গে ক্লোরিন ও ব্রোমিন এরূপ বিক্রিয়া করলেও আয়োডিন এরূপ বিক্রিয়া করে না।

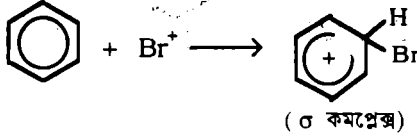
হ্যালোজেনেশন যেমন, ব্রোমিনেশন বিক্রিয়ার কৌশল :

প্রথম ধাপ : হ্যালোজেন যেমন, ব্রোমিন ও লুইস এসিডের ক্রিয়ায় ইলেকট্রোফাইল যেমন, ব্রোমোনিয়াম আয়ন (Br^+) উৎপন্ন করে।

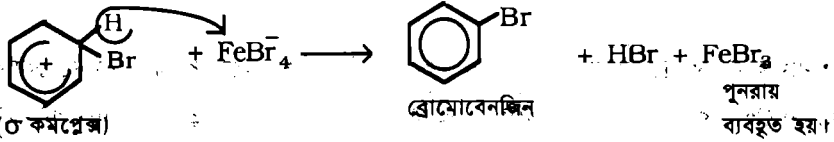


ইলেকট্রোফাইল নিউক্লিওফাইল

দ্বিতীয় ধাপ : ইলেকট্রোফাইল ব্রোমোনিয়াম আয়ন, (Br^+) বেনজিনের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয় এবং বেনজিন বলয়ের যে কোন একটি কার্বনের সাথে একটি নতুন বন্ধন গঠন করে। ফলে কার্বন বলয়ের মধ্যে সীমাবদ্ধ একটি ধনাত্মক আয়ন [সিগমা σ কমপ্লেক্স] এর সৃষ্টি হয়।

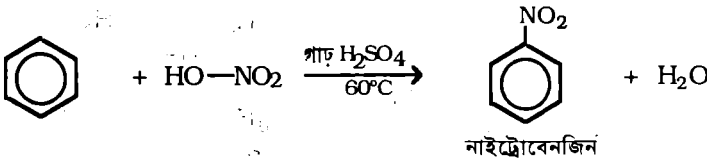


তৃতীয় ধাপ : বিক্রিয়ার মাধ্যমে উৎপন্ন ক্ষারকরূপী $FeBr_4^-$ এর প্রভাবে σ কমপ্লেক্স থেকে প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়। এরূপে ব্রোমোবেনজিন উৎপন্ন হয়।

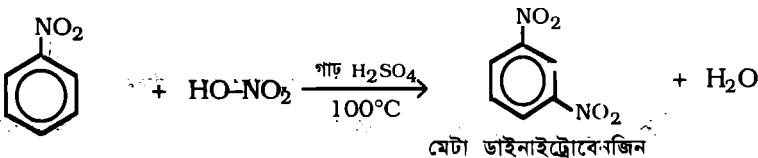


২। নাইট্রেশন (Nitration) : যে বিক্রিয়ায় কোন জৈব যৌগ থেকে এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু সমসংখ্যক নাইট্রো ($-NO_2$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, ঐ বিক্রিয়াকে নাইট্রেশন বলে। নাইট্রেশনের জন্য সম আয়তনের গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 এর মিশ্রণ অধিক কার্যকরী। এটা একটি ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। যেমন,

২(ক)। বেনজিনের নাইট্রেশন : প্রায় $60^\circ C$ তাপমাত্রায় বেনজিনকে গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 মিশ্রণসহ উত্তপ্ত করলে বেনজিনের একটি H-পরমাণু নাইট্রো ($-NO_2$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে নাইট্রোবেনজিন ও পানি উৎপন্ন হয়।

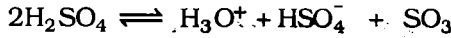


আবার $100^\circ C$ তাপমাত্রায় নাইট্রোবেনজিনকে গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 মিশ্রণসহ উত্তপ্ত করলে মেটা ডাইনাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়।



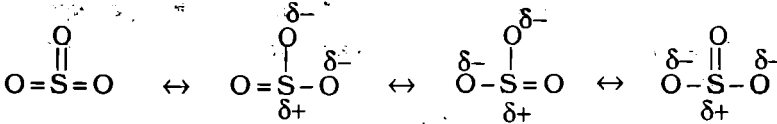
সালফোনেশন বিক্রিয়ার কৌশল :

প্রথম ধাপ : গাঢ় H_2SO_4 বিয়োজিত হয়ে ইলেকট্রোফাইলরূপে SO_3 তৈরি করা।

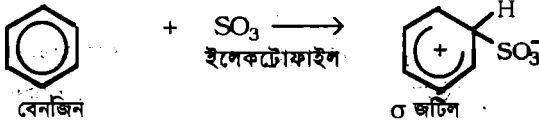


ইলেকট্রোফাইল

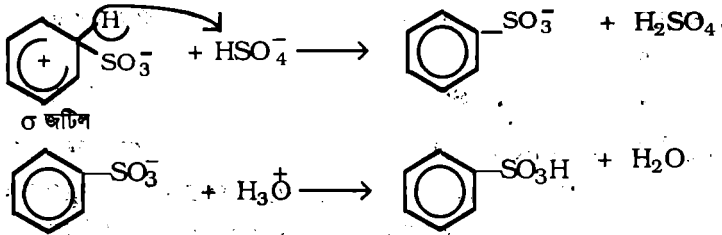
যদিও SO_3 একটি প্রশম অণু; তবে এর অনুরণন কালে সালফার পরমাণুতে একটি ধনাত্মক আধান বা চার্জ সৃষ্টি হয়। ফলে SO_3 ইলেকট্রন আকর্ষী বা ইলেকট্রোফাইলরূপে কাজ করতে পারে। যেমন,



দ্বিতীয় ধাপ : ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক SO_3 বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে বেনজিন বলয়ের একটি কার্বনের সাথে ধনাত্মক কার্বোনিয়াম আয়ন বা σ জটিল উৎপন্ন হয়।

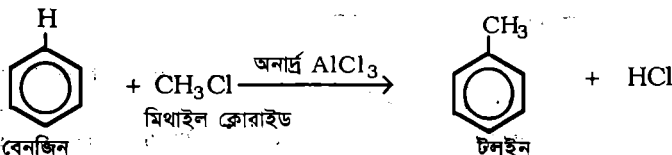


তৃতীয় ধাপ : অতঃপর বিক্রিয়ার অম্লীয় মাধ্যমে উপস্থিত ক্ষারকীয় ঋণাত্মক আয়ন HSO_4^- দ্বারা σ জটিল থেকে একটি প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়ে বেনজিন সালফোনিক এসিডের অ্যানায়ন গঠিত হয়। শেষে সেটা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) থেকে একটি প্রোটন গ্রহণ করে বেনজিন সালফোনিক এসিড অণু গঠন করে।



৪। ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়া (Friedel Craft's reaction) : অনার্দ্র $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, বেনজিন এর সাথে অ্যালকাইল হ্যালাইড ($R-X$) অথবা অ্যাসাইল হ্যালাইড ($RCO-X$)-এর বিক্রিয়ায় বেনজিন বলয় থেকে হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকাইল মূলক ($R-$) অথবা অ্যাসাইল মূলক ($RCO-$) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন অথবা অ্যারোমেটিক কিটোন উৎপন্ন হয়, এ বিক্রিয়াকে ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া বলে। এ বিক্রিয়াকে অ্যালকাইলেশন ও অ্যাসাইলেশন এ দুই শ্রেণীতে ভাগ করা যায়।

৪(ক)। ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন : যে পদ্ধতিতে বেনজিন বলয়ে অ্যালকাইল মূলক (যেমন, CH_3) সরাসরি প্রবেশ করানো যায়, তাকে বেনজিন বলয়ের অ্যালকাইলেশন বা ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বলা হয়। যেমন, অনার্দ্র $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে বেনজিন ও মিথাইল ক্লোরাইড বিক্রিয়া করে মিথাইল বেনজিন বা টলুইন উৎপন্ন করে।



৫.৪২ অ্যারোমেটিসিটি বা অ্যারোমেটিকত্ব (Aromaticity)

অ্যারোমেটিসিটি বা অ্যারোমেটিক যৌগের ধর্ম বলতে সুখম ষড়ভুজাকার চাক্রিক ও সমতলীয় যৌগে হাকেল নিয়মভিত্তিক সঞ্চরণশীল $(4n + 2)$ সংখ্যক π ইলেকটনের উপস্থিতিকে বোঝায়। $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ইত্যাদি হলে $(4n + 2)$ এর মান হয় যথাক্রমে 2, 6, 10, 14 ইত্যাদি। এ সংখ্যাগুলোকে হাকেল সংখ্যা বলা হয়। সঞ্চরণশীল π -ইলেকটনের উপস্থিতির কারণে অ্যারোমেটিক যৌগের মধ্যে নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম প্রকাশ পায়। যেমন,

১। বিশেষ ধরনের অসম্পৃক্ততা : অ্যারোমেটিক যৌগের অণু যেমন, বেনজিন-অসম্পৃক্ত যৌগ হওয়া সত্ত্বেও এরা অসম্পৃক্ত ইথিলিনের মত সব যুত বিক্রিয়া দেয় না। যেমন, হাইড্রোজেন, হ্যালোজেন ও ওজোনের সাথে যুত যৌগ গঠন করলেও বেনজিন ইথিলিনের মত হ্যালোজেন এসিড HCl, HBr-এর সাথে যুত যৌগ গঠন করে না। তাই বেনজিন বা অ্যারোমেটিক যৌগের অসম্পৃক্ততা বিশেষ প্রকারের; ইথিলিন বা অ্যাসিটিলিনের মত নয়।

২। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : অ্যারোমেটিক যৌগ যেমন, বেনজিনে প্রধানত হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন, ফ্রিডেল ক্র্যাফট বিক্রিয়া প্রভৃতি ইলেকটনগ্রাহী বা ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। এগুলো অ্যারোমেটিক যৌগের প্রধান বৈশিষ্ট্য।

৩। বিশেষ স্থায়িত্ব : অ্যারোমেটিক যৌগ যেমন, বেনজিন অণুতে দ্বিবন্ধন থাকে সত্ত্বেও এটা ইথিলিন অপেক্ষা অধিকতর স্থায়ী যৌগ। যেমন, সাধারণ তাপমাত্রায় ইথিলিন জলীয় KMnO_4 দ্রবণ দ্বারা জারিত হয়ে ইথিলিন গ্লাইকল উৎপন্ন করে, কিন্তু বেনজিন ক্ষারীয় KMnO_4 দ্বারা জারিত হয় না।

৪। অনুরণন : অ্যারোমেটিক বেনজিন বলয়ের ছয়টি π ইলেকট্রন সঞ্চরণশীল থাকায় কার্বন-কার্বন বন্ধন দূরত্ব 0.139 nm হয়; যা একক ও দ্বিবন্ধনের (0.154 nm ও 0.134 nm এর) মাঝামাঝি। ফলে বেনজিন বলয়ের সাথে সরাসরিভাবে সংযুক্ত মূলকের বিক্রিয়া অ্যালিফেটিক কার্বন শিকলের সাথে সংযুক্ত একই মূলকের বিক্রিয়ার মধ্যে সম্পূর্ণ ভিন্ন ধর্ম দেখা যায়। যেমন, অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি যৌগ ফেনল ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) হল অম্লধর্মী, কিন্তু অ্যালিফেটিক হাইড্রক্সি যৌগ অ্যালকোহল যেমন, মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) হল নিরপেক্ষ।

অতএব, অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম যেমন, তাদের বিশেষ প্রকারের অসম্পৃক্ততা, অধিকতর স্থায়িত্ব, ইলেকটনগ্রাহী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া প্রভৃতিকে একত্রে অ্যারোমেটিক ধর্ম বা অ্যারোমেটিসিটি বলে।

উদাহরণ-১। 'বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ'। — ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : রঞ্জন রশ্মির সাহায্যে বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় জানা যায় যে, (১) বেনজিন অণু হল চেপ্টা, সুখম ষড়ভুজাকৃতি বিশিষ্ট সমতলীয় এক-চাক্রিক যৌগ। এর একচাক্রিক গঠনের ওপর ও নিচের দিকে ছয়টি পাই (π) ইলেকটনের সঞ্চরণশীল অবস্থায় আছে। অতএব বেনজিনের আণবিক গঠন-আকৃতি ও সঞ্চরণশীল পাই (π) ইলেকট্রন সংখ্যা হাকেল নিয়মের সাথে সম্পূর্ণ সামঞ্জস্যপূর্ণ হওয়ায় বেনজিন অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম বা অ্যারোমেটিসিটি প্রদর্শন করে।

১। বেনজিনের অসম্পৃক্ততা বিশেষ ধরনের, ইথিলিনের অসম্পৃক্ততার মত নয়। কারণ বেনজিন H_2 ও Cl_2 -এর সাথে ইথিলিনের মত যুত বিক্রিয়া দিলেও HCl-এর সাথে যুত বিক্রিয়া বেনজিন দেয় না। [বিক্রিয়ার সমীকরণ দিতে হবে।]

২। বেনজিন অসম্পৃক্ত হলেও বেশ স্থায়ী যৌগ। কারণ সাধারণ তাপমাত্রায় ইথিলিন জলীয় KMnO_4 দ্বারা জারিত হলেও বেনজিনকে জলীয় KMnO_4 দ্রবণ জারিত করতে পারে না।

৩। বেনজিন অসম্পৃক্ত যৌগ হওয়া সত্ত্বেও ইলেকটনগ্রাহী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া যেমন, ক্লোরিনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন, ফ্রিডেল ক্র্যাফট বিক্রিয়া দেয়। [বিক্রিয়ার সমীকরণ দিতে হবে।]

সুতরাং হাকেল নিয়ম ও অ্যারোমেটিসিটি অনুসারে বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ।

৫.৪৩ অ্যারোমেটিসিটি ও হাকেল তত্ত্ব Aromaticity and Huckel theory

রসায়নবিদ হাকেল (Eric Huckel, 1931) বর্ষশিক্ষণ জৈব যৌগের মধ্যে অ্যারোমেটিক যৌগের বিশেষ ধর্ম বা অ্যারোমেটিসিটি প্রকাশের জন্য প্রয়োজনীয় শর্তরূপে সংস্করণশীল π ইলেকট্রন সহযোগে আণবিক অরবিটাল গঠন তত্ত্ব উপস্থাপন করেন; একে হাকেল তত্ত্ব বলে। এ তত্ত্বে এক বা একাধিক কার্বোসাইক্লিক গঠনযুক্ত যৌগ, হেটারোসাইক্লিক যৌগ ও সাইক্লিক আয়নের অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যা করা সম্ভব। হাকেল প্রস্তাবিত অ্যারোমেটিসিটি প্রকাশের প্রয়োজনীয় শর্তগুলোকে হাকেল নিয়ম (Huckel rules) বলে। হাকেল নিয়মগুলো নিম্নরূপ :

(১) জৈব যৌগটির গঠন চেষ্টা সমতলীয় চাক্রিক হতে হবে। চক্র বা বলয় গঠনকারী পরমাণুর সংখ্যা 5 অথবা 6টি হতে হবে। এ বলয় সিস্টেমে সব অরবিটাল দ্বারা কখন গঠন পূর্ণ থাকে।

(২) বলয় বা চক্র গঠনকারী প্রতিটি পরমাণুতে p অরবিটাল থাকতে হবে। এ সব p অরবিটাল মূল বলয়ের ভলের ওপর ও নিচের দিকে পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা সংস্করণশীল অবস্থায় চক্রাকারে আণবিক অরবিটাল গঠন করবে। এ আণবিক অরবিটালে সংস্করণশীল π ইলেকট্রন সংখ্যা অবশ্যই $(4n + 2)$ দ্বারা নির্ধারিত হবে। এখানে n দ্বারা সূচ্য পঞ্চভুজ অথবা ষড়ভুজ বলয় বা চক্রের সংখ্যা বোঝানো হয়। $n = 0, 1, 2, 3$ ইত্যাদি পূর্ণ সংখ্যা হবে। যেমন,

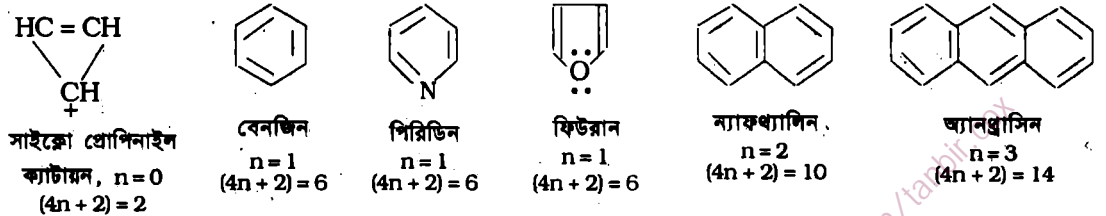
(i) $n = 0$ হলে, সংস্করণশীল π ইলেকট্রন সংখ্যা $(4n + 2) = (4 \times 0 + 2) = 2$ টি হয়। এক্ষেত্রে ত্রিভুজাকার সাইক্লোপ্রোপিনাইল ক্যাটায়নকে বোঝায়। এটি পঞ্চভুজের কম হওয়ায় $n = 0$ হয়েছে।

(ii) $n = 1$ হলে, সংস্করণশীল π ইলেকট্রন সংখ্যা $(4n + 2) = (4 \times 1 + 2) = 6$ টি হয়। তখন ষড়ভুজাকার বেনজিন ও অথবা পঞ্চভুজাকার বা ষড়ভুজাকার হেটারোসাইক্লিক যৌগ ফিউরান, থায়োফিন ও পিরিডিন ইত্যাদি হয়।

(iii) $n = 2$ হলে ন্যাফথালিন, $n = 3$ হলে অ্যানথ্রাসিন ইত্যাদি হয়।

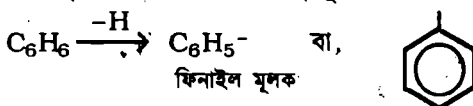
(৩) হেটারোসাইক্লিক পঞ্চভুজাকার যৌগের হেটারো পরমাণুর বলয় মধ্যস্থ নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল (p অরবিটালের) π ইলেকট্রন সিস্টেমে অংশ নিয়ে $(4n + 2)$ সংখ্যক π ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ করে।

এ হাকেল সংখ্যক π ইলেকট্রন বলয়াকার জৈব অণুতে থাকলে, বলয়টি সুস্থিতি লাভ করে এবং বৈশিষ্ট্যপূর্ণ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। এরূপ কিছু যৌগের গাঠনিক সংকেত দেয়া হল :



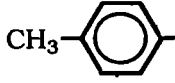
৫.৪৪ অ্যারোমেটিক মূলক বা অ্যারাইল মূলক (Aryl radicals)

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের বেনজিন বলয় থেকে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপসারণের পর যেই অংশ অবশিষ্ট থাকে তাকে অ্যারাইল মূলক বলে। বেনজিন (C_6H_6) এর অপর নাম 'ফিন' (phene)। যেমন, বেনজিন অণু থেকে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপসারণের ফলে উৎপন্ন মূলককে ফিনাইল মূলক বলে।



ফিনাইল মূলককে সংক্ষেপে Ph-বা ϕ -দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং অ্যারাইল মূলককে Ar-দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

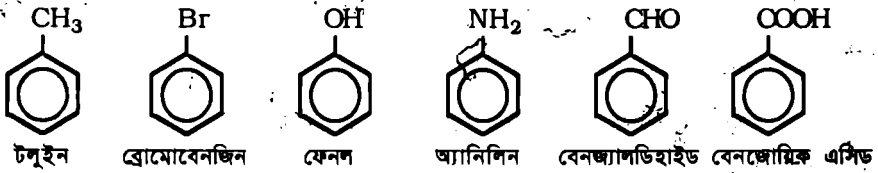
তদুপ, টলুইন অণু ($C_6H_5-CH_3$) এর বেনজিন বলয় থেকে একটি H পরমাণু অপসারণের ফলে 'টলুইল মূলক' উৎপন্ন হয়। যেমন, $-C_6H_4-CH_3$ বা, CH_3-



আবার, টলুইনের মিথাইল মূলক থেকে একটি H পরমাণু অপসারণের ফলে বেনজাইল মূলক ($C_6H_5CH_2-$) সৃষ্টি হয়। দুটি H পরমাণু অপসারণের ফলে দ্বিযোজী বেনজাল মূলক ($C_6H_5CH=$) এবং তিনটি H পরমাণু অপসারণের ফলে ত্রিযোজী বেনজো মূলক ($C_6H_5C \equiv$) সৃষ্টি হয়।

৫.৪৫ বেনজিন উদ্ভূতকের সমাগুতা ও নামকরণ Isomers of benzene and naming of benzene derivatives

(ক) একক প্রতিস্থাপিত জাতক : বেনজিনের একটি হাইড্রোজেনকে কোন একযোজী পরমাণু বা মূলক প্রতিস্থাপিত করলে সেই পরমাণু বা মূলকের নাম অনুসারে ঐ বেনজিন জাতকের নামকরণ হয়। কোন কোন জাতকের একাধিক নামও থাকতে পারে, যেমন, ব্রোমোবেনজিনের অপর নাম ফিনাইল ব্রোমাইড। অপেক্ষাকৃত কম প্রচলিত নাম বন্ধনীর মধ্যে দেখানো হয়েছে। কতগুলো একক প্রতিস্থাপিত বেনজিন জাতকের সাধারণ নাম আছে। যেমন,



(খ) বেনজিনের দ্বিপ্রতিস্থাপিত জাতকের ক্ষেত্রে সমাগুতা : একক প্রতিস্থাপিত বেনজিনের অবশিষ্ট পাঁচ কোণায় যে কোন একটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে দ্বিতীয় কোন মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। তখন প্রথম মূলক যুক্ত কার্বন পরমাণুকে 1 ধরে ডানদিকে পরপর অবশিষ্ট পাঁচটি কার্বন পরমাণুকে সংখ্যায়িত করা হয়। তখন দ্বিতীয় একযোজী প্রতিস্থাপক (একই বা ভিন্ন) পরমাণু বা মূলক প্রথম কার্বন (1) পরমাণুর সাপেক্ষে 2 বা 6 অবস্থানে অথবা 3 বা 5 অবস্থানে অথবা 4 নং অবস্থানের হাইড্রোজেন পরমাণুকে প্রতিস্থাপন করতে পারে। উল্লেখ্য বেনজিনের হাইড্রোজেনসমূহ সমকক্ষ বলে 1 : 2 ও 1 : 6 অবস্থানদ্বয় পরস্পর সদৃশ বা সমকক্ষ; অনুরূপভাবে 1 : 3 ও 1 : 5 অবস্থানদ্বয় সমকক্ষ। তাই 1 : 2 ও 1 : 6 অবস্থান দুটিকে অর্ধো (ortho = নিকটতর), 1 : 3 ও 1 : 5 অবস্থান দুটিকে মেটা (meta = একান্তর) এবং 1 : 4 অবস্থানকে প্যারা (para = দূরতম) বলা হয়। অর্ধো, মেটা ও প্যারা অবস্থানকে সংক্ষেপে o-, m- ও p- দ্বারা প্রকাশ করা হয়। দ্বিতীয় প্রতিস্থাপন ঐ অর্ধো, মেটা ও প্যারা অবস্থানে ঘটে। সুতরাং বেনজিনের দ্বিপ্রতিস্থাপিত জাতকের তিনটি সমাগু যৌগ থাকে; এদেরকে অর্ধো-যৌগ, মেটা-যৌগ ও প্যারা-যৌগ বলে। যেমন,



প্রথম মূলক যুক্ত কার্বনকে 1 ধরে অবশিষ্ট পাঁচটি কার্বনকে সংখ্যায়িতকরণ।

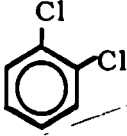
1 : 2 বা অর্ধো অবস্থান

1 : 3 বা মেটা অবস্থান

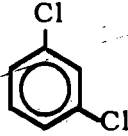
1 : 4 বা প্যারা অবস্থান

উদাহরণ-১। ডাইক্লোরো বেনজিন ($C_6H_4Cl_2$)-এর সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত ও নাম লেখ।

সমাধান : ডাইক্লোরো বেনজিন ($C_6H_4Cl_2$) হল বেনজিনের দ্বিপ্রতিস্থাপিত যৌগ। সুতরাং এর তিনটি সমাণু সম্ভব। এদের গাঠনিক সংকেত ও নাম নিম্নে দেয়া হল।



o-ডাইক্লোরো বেনজিন



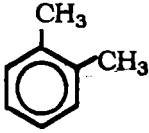
m-ডাইক্লোরো বেনজিন



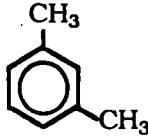
p-ডাইক্লোরো বেনজিন

উদাহরণ-২। ডাইমিথাইল বেনজিন $C_6H_4(CH_3)_2$ এর সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত ও নাম লেখ।

সমাধান : ডাইমিথাইল বেনজিন বা জাইলিন এর আণবিক সংকেত হল $C_6H_4(CH_3)_2$ । এটা হল বেনজিনের দ্বিপ্রতিস্থাপিত যৌগ। সুতরাং তার তিনটি সমাণু সম্ভব। এদের গাঠনিক সংকেত ও নাম নিম্নরূপ :



অর্ধে ডাইমিথাইল বেনজিন
বা, *o*-জাইলিন



মেটা ডাইমিথাইল বেনজিন
বা, *m*-জাইলিন



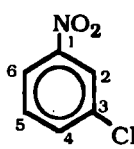
প্যারা ডাইমিথাইল বেনজিন
বা, *p*-জাইলিন

নামকরণ নিয়ম : দ্বিপ্রতিস্থাপিত জাতকের ক্ষেত্রে প্রতিস্থাপক পরমাণু বা মূলক দুটির মধ্যে যেটির নামের প্রথম অক্ষর ইংরেজি বর্ণমালা অনুসারে শেষের দিকে হবে সেটির অবস্থানকে 1 ধরা হয়। যেমন,

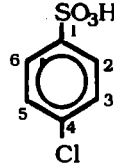
আয়োডো বেনজিনের প্যারা অবস্থানের হাইড্রোজেন পরমাণুকে ব্রোমিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে প্রাপ্ত যৌগকে প্যারা-ব্রোমো-আয়োডো বেনজিন বলা হয়। একইভাবে নাইট্রোবেনজিনের মেটা অবস্থানে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপনে প্রাপ্ত যৌগকে মেটাক্লোরো নাইট্রোবেনজিন বলা হয়। অনুরূপভাবে, প্যারা ক্লোরোবেনজিন সাংক্ষোনিক এসিড নামকরণ করা হয়।



p-ব্রোমো
আয়োডো বেনজিন

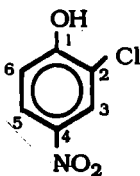


m-ক্লোরো
নাইট্রো বেনজিন

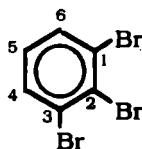


p-ক্লোরো বেনজিন
সাংক্ষোনিক এসিড

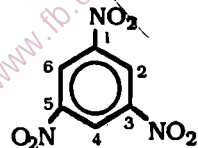
(গ) ত্রি বা তদুর্ধ্ব প্রতিস্থাপিত জাতক : প্রতিস্থাপকের সংখ্যা দুটির বেশি হলে প্রতিস্থাপকের অবস্থান সরল সংখ্যার সাহায্যে নির্দেশ করা হয়। কার্যকরী মূলকের অগ্রগণ্য তালিকা মতে মূল যৌগ স্থির করা হয়।



2-ক্লোরো-4-নাইট্রোফেনল



1,2,3-ট্রাইব্রোমো বেনজিন

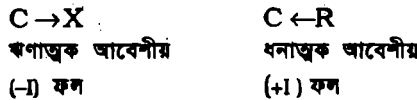


1,3,5-ট্রাই নাইট্রোবেনজিন

৫.৪৬। বেনজিন চক্রে প্রতিস্থাপকের প্রভাব

Effects of substituents on benzene ring

(ক) আবেশীয় ফল বা ধর্ম (Inductive effect) : কার্বন পরমাণু ও অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌলের (X) পরমাণুর মধ্যবর্তী সিগমা (σ) বন্ধনের ইলেকটন দুটি উক্ত অধিক তড়িৎঋণাত্মক পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয়ে পড়ে। তখন সিগমা বন্ধন আংশিক পোলারিত হয়ে থাকে। এরূপে X পরমাণু দ্বারা সিগমা বন্ধনের পোলারিকরণকে X এর আবেশীয় ফল বা ধর্ম বলে। যদি কার্বন অপেক্ষা X অধিক তড়িৎঋণাত্মক হয় (যেমন, F, Cl, Br), তখন X এর আবেশীয় ধর্মকে ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (-I) বলে। আবার অ্যালকাইল মূলক R-(যেমন, CH_3- , C_2H_5-) থেকে ইলেকটন ঘনত্ব সিগমা বন্ধনের কার্বন পরমাণুর দিকে সরে যায় তাকে অ্যালকাইল মূলক (R-) এর ধনাত্মক আবেশীয় ফল (+I) বলা হয়। যেমন,



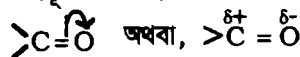
(খ) মেসোমারিক ফল (Mesomeric effect) : কার্বন পরমাণু ও অধিক তড়িৎঋণাত্মক মৌলের (O) পরমাণুর মধ্যবর্তী পাই (π) বন্ধনের ইলেকটনের ঘনত্ব অধিক তড়িৎঋণাত্মক পরমাণুর দিকে বেশি পরিমাণে আকৃষ্ট হয়। তখন পাই (π) বন্ধন পোলারিত হয়ে পড়ে। অধিক তড়িৎঋণাত্মক পরমাণুর দিকে পাই (π) বন্ধনের ইলেকটন স্থানান্তরণকে মেসোমারিক (M) ফল বলে।

একান্তর σ বন্ধন ও π বন্ধনের কার্বন শিকলের সাথে এরূপ ঋণাত্মক পরমাণু যুক্ত থাকলে π ইলেকটনের স্থানান্তরণ সহজে হয়। কনজুগেট π বন্ধন মেসোমারিক ফলের সহায়ক বলে একে কনজুগেট কলও বলে। আবেশীয় ফলের মত মেসোমারিক ফল ধনাত্মক (+M) ও ঋণাত্মক (-M) হতে পারে। ঋণাত্মক পরমাণু বা মূলকের দিকে π ইলেকটনের স্থায়ী স্থানান্তরণকে ঋণাত্মক মেসোমারিক ফল (-M) বলে। যেমন, $>\text{C}=\text{O}$, $-\text{C}\equiv\text{N}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{SO}_3\text{H}$ ইত্যাদির '-M ফল' আছে।

কার্বনিল মূলকে পাই (π) ইলেকটনের বিন্যাস নিম্নলিখিত দুই গঠনের মাঝামাঝি থাকে। যেমন,



কার্বনিল মূলকের প্রকৃত গাঠনিক অবস্থা নিম্নরূপে লেখা হয় :



ঋণাত্মক পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল একান্তর দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন শিকল বা বলয়ের দিকে স্থানান্তরিত হলে, তাকে ধনাত্মক মেসোমারিক (+M) ফল বলে। যেমন, $-\ddot{\text{O}}\text{H}$, $-\ddot{\text{N}}\text{H}_2$, হ্যালাজেন পরমাণু $\cdot\ddot{\text{O}}:$ ইত্যাদি একান্তর দ্বিবন্ধনে যুক্ত থাকলে '+M ফল' ঘটে। ফেনলে $-\text{OH}$ মূলকের '+M ফল' কার্যকরী থাকে।

৫.৪৭. বেনজিন বলয়ে প্রথম প্রতিস্থাপকের ইলেকট্রোফাইলের প্রতি নির্দেশক প্রভাব

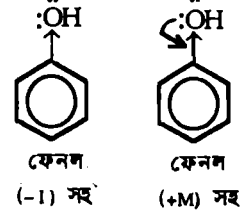
Directive effect of first substituent of benzene ring on electrophile

(গ) বেনজিন বলয়ের প্রতিস্থাপক মূলক : বেনজিন বলয় আক্রমণকারী মূলকসমূহ হল ইলেকটন আকর্ষী বা ইলেকট্রোফিলিক বিকারক (যেমন, NO_2^+ , Br^+ , SO_3 , RCO^+ ইত্যাদি)। যখন বেনজিন বলয়ের একটি H পরমাণু কোন মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তখন উৎপন্ন যৌগটির সক্রিয়তা বেনজিনের সক্রিয়তার চেয়ে ভিন্ন অর্থাৎ কম বেশি হয়। যেমন, যদি প্রতিস্থাপক মূলকটি বেনজিন বলয়ের থেকে ইলেকটন ঘনত্ব নিজে দিকে টেনে নেয়, তখন ঐ যৌগটি বেনজিনের তুলনায় কম সক্রিয় হয়ে থাকে। যেমন, নাইট্রো বেনজিন হল বেনজিন থেকে কম সক্রিয় এবং টলুইন ও ফেনল বেনজিন থেকে অধিক সক্রিয় হয়।

(১) **বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক :** ধনাত্মক আবেশীয় ফল (+I) বিশিষ্ট মূলক যেমন, CH_3 - মূলক $-\text{OH}$ মূলক ও NH_2 - মূলক বেনজিন বলয়কে ইলেকটন প্রদান করে বেনজিন বলয়ে ইলেকটন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে; একে বেনজিন বলয় সক্রিয়করণ বলা হয় এবং এসব মূলককে বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক বলে। তাই NO_2^+ মূলক দ্বারা টলুইন সহজে আক্রান্ত হবে।

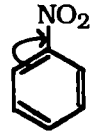


(২) **প্রতিস্থাপক $-\text{OH}$ মূলকের বেলায় (এবং Cl পরমাণুর বেলায়) বেনজিন বলয়ে ইলেকটন আদান প্রদান একটু জটিল। এক্ষেত্রে $-\text{OH}$ মূলকের ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (-I) ও ধনাত্মক মেসোমারিক ফল উভয়েই (+M) ক্রিয়া করে। অক্সিজেন পরমাণুতে দুটি নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল থাকে এবং মেসোমারিক ফল দ্বারা অক্সিজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল বেনজিন বলয়ের পাই (π) অরবিটালে প্রবেশ করে এবং বেনজিন বলয়ে ইলেকটন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ বেনজিন বলয় অধিক সক্রিয় হয়। অক্সিজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকটন স্থানান্তরকরণ বাঁকা তীর দ্বারা দেখানো হল। কিন্তু ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (-I) দ্বারা বেনজিন বলয় থেকে ইলেকটন ঘনত্ব টেনে নেয়। এক্ষেত্রে $+M > -I$ সুতরাং ফেনলের বেনজিন বলয় সক্রিয় হয়ে থাকে। তাই $-\text{OH}$ মূলক ও Cl পরমাণু অর্ধো-প্যারা নির্দেশকমূলক।**



(৩) **অর্ধো-প্যারা নির্দেশক মূলক :** বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলকসমূহ যেমন, $-\text{CH}_3$ মূলক ধনাত্মক আবেশধর্মিতা দ্বারা অথবা $-\text{OH}$ ও NH_2 - মূলক তাদের ধনাত্মক মেসোমারিক ফল দ্বারা তাদের নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগলের মেঘ বেনজিন বলয়ে ঠেলে দেয়। তখন অনুরণনের মাধ্যমে বেনজিন বলয়ে অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকটন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় (অনুরণন কাঠামো II-IV)। অর্থাৎ আগমনকারী দ্বিতীয় ইলেকট্রোফাইল মূলকটিকে অর্ধো ও প্যারা অর্থাৎ ২ এবং ৪ অবস্থানে প্রবেশের জন্য ক্ষেত্র প্রস্তুত করে দেয় বা নির্দেশ দেয়। এজন্য বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলককে অর্ধো-প্যারা নির্দেশক মূলকও বলা হয়।

(৪) **বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলক :** ঋণাত্মক মেসোমারিক ফল (-M) বিশিষ্ট মূলক যেমন, $-\text{NO}_2$ মূলক $-\text{CHO}$ মূলক ও $-\text{SO}_3\text{H}$ মূলক বেনজিন বলয় থেকে ইলেকটন ঘনত্ব নিজের দিকে টেনে নিয়ে বেনজিন বলয়ে ইলেকটন ঘনত্ব হ্রাস করে; একে বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়করণ বলা হয় এবং এসব মূলককে বেনজিন বলয়



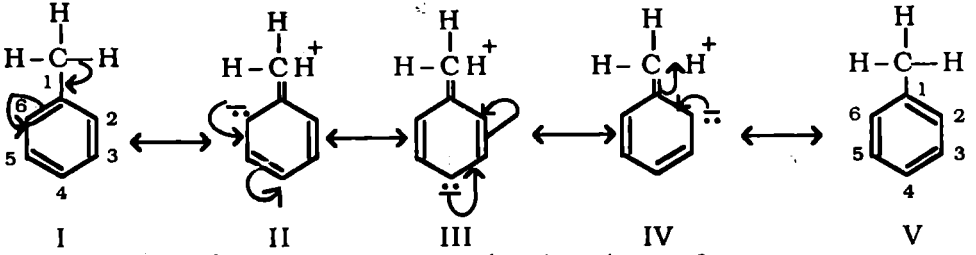
নিষ্ক্রিয়কারী মূলক বলা হয়। যেমন, বেনজিন বলয় থেকে $-\text{NO}_2$ মূলক ইলেকটন ঘনত্ব টেনে নেয়; তাই নাইট্রোবেনজিন দ্বিতীয়বার সহজে $-\text{NO}_2^+$ মূলক দ্বারা আক্রান্ত হয় না। অধিক তাপে আক্রান্ত হয়।

(৫) **মেটা নির্দেশক মূলক :** বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলক যেমন, $-\text{NO}_2$, $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{CHO}$ এবং $-\text{COOH}$ ইত্যাদি মূলক তাদের ঋণাত্মক মেসোমারিক ফলের প্রভাবে বেনজিন বলয়ের পাই (π) ইলেকটন মেঘ ঐ মূলকের দিকে আকৃষ্ট করে। তখন অনুরণনের মাধ্যমে বেনজিন বলয়ে অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকটন ঘনত্ব হ্রাস পেয়ে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয় (অনুরণন কাঠামো II-IV)। কিন্তু মেটা অবস্থানে তুলনামূলকভাবে ইলেকটন ঘনত্ব বেশি থাকে। তাই আগমনকারী দ্বিতীয় ইলেকট্রোফাইল মূলকটি মেটা অর্থাৎ ৩-অবস্থানে প্রবেশ করে। এজন্য বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলককে মেটা নির্দেশক মূলকও বলা হয়।

অর্ধো-প্যারা নির্দেশক ও মেটা নির্দেশক মূলকের বেনজিন বলয়ে অনুরণন প্রভাব

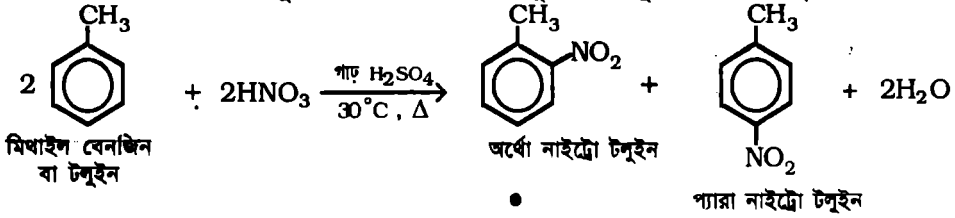
উদাহরণ (১) : টলুইন অণুতে বেনজিন বলয়ে $-\text{CH}_3$ মূলকের প্রভাব : মিথাইল ($-\text{CH}_3$) মূলকের প্রভাবে বেনজিন বলয়ে অনুরণন নিম্নরূপে ঘটে। তখন অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকটন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে বেনজিন বলয়টি অধিক সক্রিয় হয়। এক্ষেত্রে $-\text{CH}_3$ মূলকে নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল না থাকা সত্ত্বেও বেনজিনের কনজুগেট

দ্বিবন্ধনের সাথে যুক্ত $-CH_3$ মূলকের $C-H$ বন্ধনের σ ইলেকট্রনদ্বয় বেনজিন বলয়ে হাইপারকনজুগেটিভ বা 'বন্ধনবিহীন' অনুরণন নামে এক বিশেষ অনুরণনে অংশ গ্রহণ করে। যেমন,

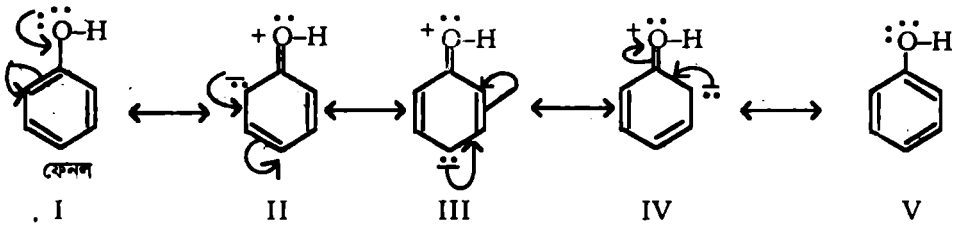


অনুরণনের ফলে হাইব্রিড গঠন, II, III ও IV এ অর্থাৎ দুটি অর্ধো ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে এবং এ সব স্থানে ইলেকট্রোফাইল সহজে আকৃষ্ট হয়।

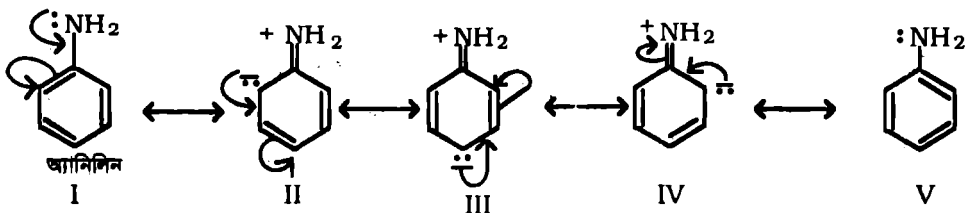
যেমন : বেনজিনের নাইট্রেশন তাপমাত্রার $60^\circ C$ ভুলনায় নিম্ন তাপমাত্রায়, টলুইন বা মিথাইল বেনজিনের নাইট্রেশন করলে অর্ধো নাইট্রো টলুইন এবং প্যারা নাইট্রো টলুইন যৌগ দুটির মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



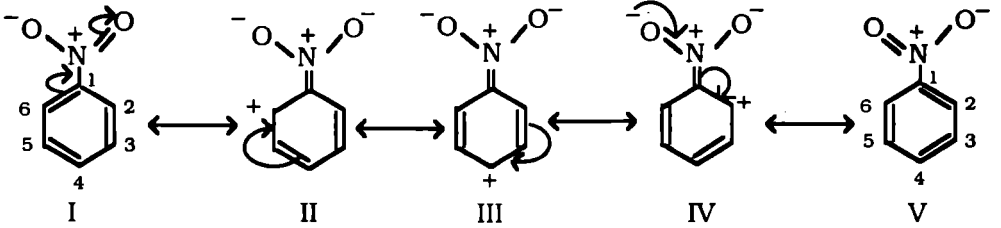
উদাহরণ-২। বেনজিন বলয়ে $-OH$ মূলকের প্রভাব : বেনজিন বলয়ে $-OH$ মূলক যুক্ত থাকলে যৌগকে ফেনল বলে। ফেনল অণুতে $-OH$ মূলকের 'ধনাত্মক মেসোমারিক ফল' দ্বারা $-OH$ মূলকের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মেঘ বেনজিন বলয়ে ঠেলে দেয়। তখন নিম্নরূপে বেনজিন বলয়ে অনুরণন ঘটে। ফলে $-OH$ মূলকের অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়; [অনুরণন কাঠামো II-IV] অর্থাৎ বেনজিন বলয়টি অধিক সক্রিয় হয়। তখন আগমনকারী ইলেকট্রোফাইল এ সব সক্রিয় স্থানে সহজে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে।



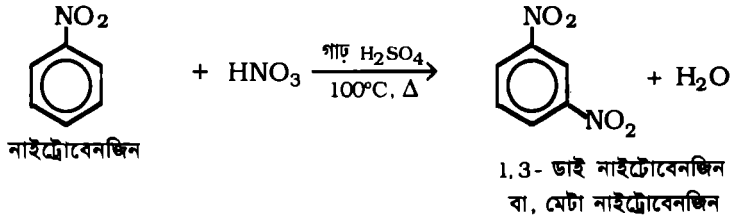
উদাহরণ-৩। বেনজিন বলয়ে $-NH_2$ মূলকের প্রভাব : বেনজিন বলয়ে $-NH_2$ মূলক যুক্ত থাকলে এ যৌগকে অ্যানিলিন বলে। অ্যানিলিন অণুতে $-NH_2$ মূলক 'ধনাত্মক মেসোমারিক ফল' দ্বারা এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মেঘ বেনজিন বলয়ে ঠেলে দেয়। তখন অনুরণন কাঠামো II-IV মতে অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে বেনজিন বলয় অধিক সক্রিয় হয়। আগমনকারী ইলেকট্রোফাইল এ সব সক্রিয় স্থানে সহজে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে।



উদাহরণ-৪। বেনজিন বলয়ে $-NO_2$ মূলকের প্রভাব : নাইট্রো মূলকের ঋণাত্মক মেসোমারিক ফলের প্রভাবে বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রন মেঘ নিজে দিকে টেনে নেয়। তখন বেনজিন বলয়ে অনুরণন নিম্নরূপে ঘটে। ফলে অনুরণন কাঠামো II-IV মতে অর্ধে ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস পায়; অর্ধাৎ বেনজিন বলয়টি কিছুটা নিষ্ক্রিয় হয়। তুলনামূলকভাবে মেটা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি থাকে। তাই ইলেকট্রোফাইল উক্ত মেটা স্থানে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে।



যেমন : নাইট্রোবেনজিনকে $100^\circ C$ তাপমাত্রায় নাইট্রেশন করলে 1, 3- ডাই নাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়।



৫.৪৮ টলুইনের ভৌত ধর্ম (Physical properties of toluene)

১। টলুইন একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ; ২। এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে $-198^\circ C$ ও $111^\circ C$; ৩। টলুইন পানি অপেক্ষা হালকা (আঃ গুঃ 0.866); ৪। এটি পানিতে অদ্রবণীয়, কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে বেশ দ্রবণীয়।

৫.৪৯ টলুইনের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of toluene)

টলুইনের সক্রিয়তা : টলুইনের অণুটি একটি ফিনাইল মূলক (C_6H_5-) বা অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস ও একটি মিথাইল মূলক ($-CH_3$) বা পার্শ্বশিকল দ্বারা গঠিত। কাজেই অ্যারোমেটিক ও অ্যালিফেটিক উভয় প্রকার ধর্ম টলুইনে পার্শ্বশিকল \longrightarrow CH_3 আছে। টলুইনের পার্শ্বশিকলে মিথেনের মত প্রতিস্থাপন ঘটে এবং জারক পদার্থ দ্বারা CH_3- মূলক জারিত হয়ে অ্যালডিহাইড ও কার্বক্সিলিক এসিড মূলকে পরিণত হয়। আবার অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াসে অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য পূর্ণ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া যেমন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন, ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া ও হ্যালোজেনেশন টলুইন প্রদর্শন করে। অ্যারোমেটিক বলয়ে সংযুক্ত মিথাইল মূলকের ধনাত্মক আবেশীয় ফল বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। তাই বেনজিনের তুলনায় টলুইনে সহজলভ্যে বিক্রিয়া ঘটে। টলুইনে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার শর্তসমূহ নিম্নরূপ। যেমন,

- ১। নাইট্রেশন : গাঢ় HNO_3 + গাঢ় H_2SO_4 এবং তাপমাত্রা $30^\circ C$
- ২। সালফোনেশন : ধূমায়িত $H_2SO_4(SO_3)$ এবং তাপমাত্রা $0^\circ C$
- ৩। অ্যালকাইলেশন : $RCI, AlCl_3$ এবং তাপমাত্রা $20^\circ C$
- ৪। অ্যাসাইলেশন : $RCOCl$, বা, $(RCO)_2O, AlCl_3$ এবং তাপমাত্রা $40^\circ C$
- ৫। হ্যালোজেনেশন : Cl_2/Br_2 , বাহক, তাপমাত্রা $20^\circ C$

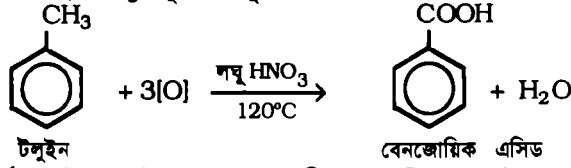
প্রতিক্ষেত্রে 1,2-এবং 1,4- প্রতিস্থাপিত মিথাইল বেনজিন (বা প্রতিস্থাপিত টলুইন) উৎপন্ন হয়।

৫.৪৯.১ পার্শ্ব শিকল—CH₃ মূলকের জন্য বিক্রিয়া

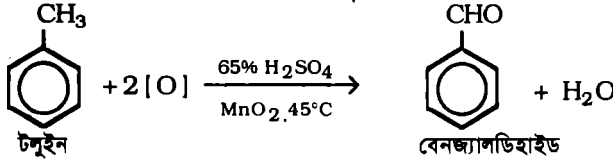
Reactions due to side chain—CH₃ group

টলুইনে ক্লোরিনেশন : ভিন্ন ভিন্ন অবস্থায় টলুইনের সাথে ক্লোরিনের দুই প্রকারের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। একটি বেনজিন বলয়ে, অপরটি পার্শ্বশিকলে প্রতিস্থাপন ঘটে। যেমন, ৪ নং ও ৫ নং বিক্রিয়ায়।

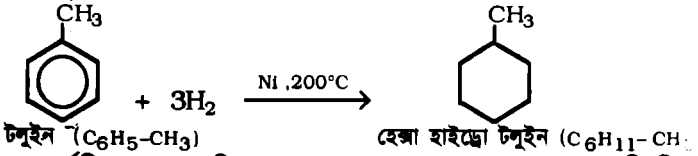
১। টলুইনের পার্শ্বশিকল জারণ : তীব্র জারক যেমন, ক্রোমিক এসিড (অর্থাৎ সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও গাঢ় H₂SO₄ এর মিশ্রণ), ক্ষারীয় পটাঙ্গিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (KMnO₄) বা ফুটন্ত লঘু HNO₃ এর সাহায্যে টলুইনকে জারিত করলে এর পার্শ্বশিকল মিথাইল (-CH₃) মূলকের পূর্ণ জারণের ফলে বেনজোয়িক এসিড ও পানি উৎপন্ন হয়।



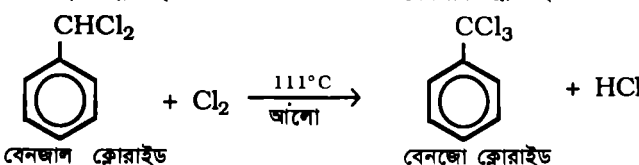
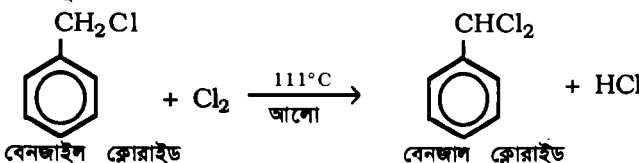
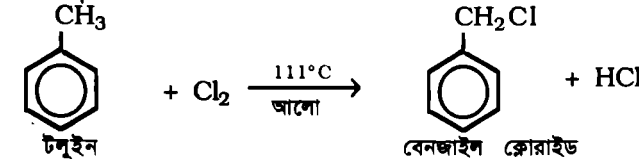
২। মৃদু জারক যেমন, কার্বন ডাইসালফাইড (CS₂) এ দ্রবীভূত ক্রোমিয়াম ক্লোরাইড (CrO₂Cl₂) অথবা 45°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত 65% H₂SO₄ ও MnO₂-এর মিশ্রণ দ্বারা টলুইনকে জারিত করলে টলুইনের পার্শ্বশিকল মিথাইল (-CH₃) মূলক জারিত হয়ে বেনজ্যালডিহাইড ও পানি উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াকে ইটার্ড বিক্রিয়া বলা হয়।



৩। টলুইনের নিউক্লিয়াসে যুত বিক্রিয়া : H₂ সংযোজন : টলুইন ও হাইড্রোজেন গ্যাসের মিশ্রণকে 200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত নিকেল প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করলে বেনজিনের সাথে তিন অণু হাইড্রোজেন যুক্ত হয়ে হেল্লাহাইড্রো টলুইন উৎপন্ন হয়।



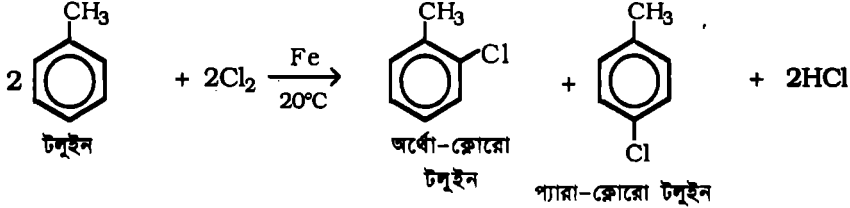
৪। টলুইনের পার্শ্বশিকলে ক্লোরিনেশন : হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে, কিন্তু সূর্যালোক বা অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে টলুইনের সাথে ক্লোরিন বিক্রিয়া করলে অথবা, ফুটন্ত টলুইনের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে টলুইনের পার্শ্বশিকল মিথাইল মূলক (-CH₃) এর তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু পর পর ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে বেনজাইল ক্লোরাইড, বেনজাল ক্লোরাইড ও বেনজো ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। প্রতিটি বিক্রিয়ায় HCl গ্যাসও উৎপন্ন হয়।



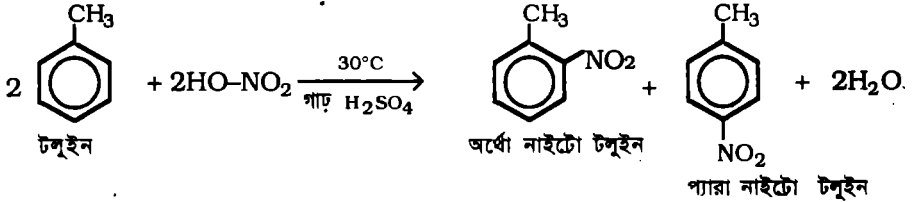
৫.৪৯.২ টলুইনের নিউক্লিয়ার ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া

Nucleophilic reactions on toluene nucleus

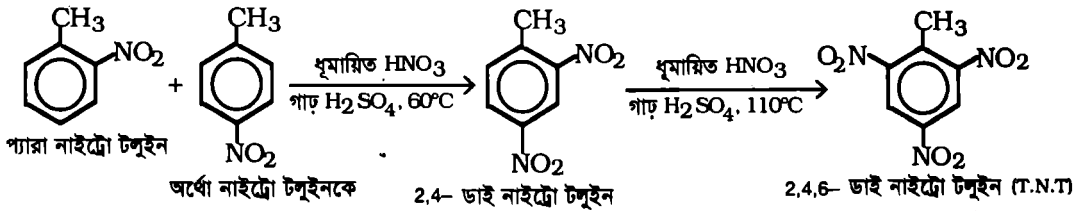
৫। টলুইনের বেনজিন বলয়ে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপন : আয়রন, আয়োডিন বা $FeCl_3$ প্রভৃতি হ্যালোজেন বাহকের উপস্থিতিতে এবং সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে সাধারণ তাপমাত্রায় টলুইনের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে ক্লোরিন দ্বারা বেনজিন বলয়ে হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হয়ে অর্ধো-ক্লোরো টলুইন ও প্যারা-ক্লোরো টলুইন এবং HCl গ্যাস উৎপন্ন করে।



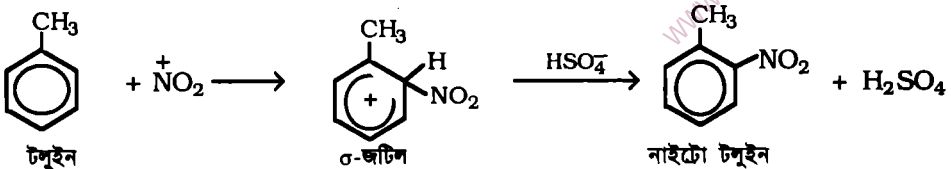
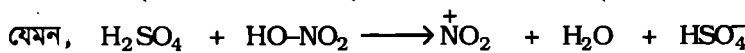
৬। টলুইনের নাইটেশন : গাঢ় H_2SO_4 -এর উপস্থিতিতে গাঢ় HNO_3 -এর সাথে সাধারণ তাপমাত্রায় (যেমন, 30°C) টলুইনের বিক্রিয়ায় অর্ধো নাইট্রো টলুইন ও প্যারা নাইট্রো টলুইন ও পানি উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে টলুইনের অর্ধো অথবা প্যারা অবস্থানের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু নাইট্রো ($-NO_2$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



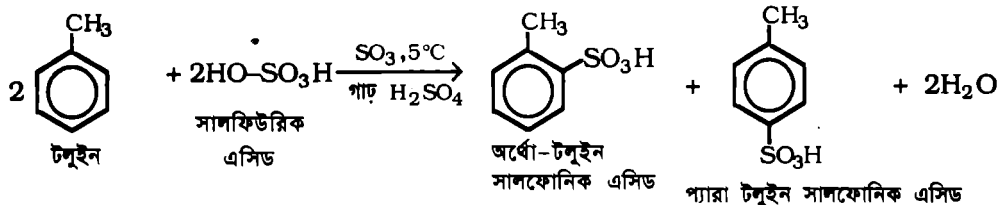
অর্ধো ও প্যারা নাইট্রো টলুইনকে ধূমায়িত নাইট্রিক এসিড সহযোগে পুনরায় উচ্চতর তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে প্রথমে ডাইনাইট্রো ও পরে ট্রাইনাইট্রো টলুইন (T.N.T) উৎপন্ন হয়। এটা বিস্ফোরক পদার্থ।



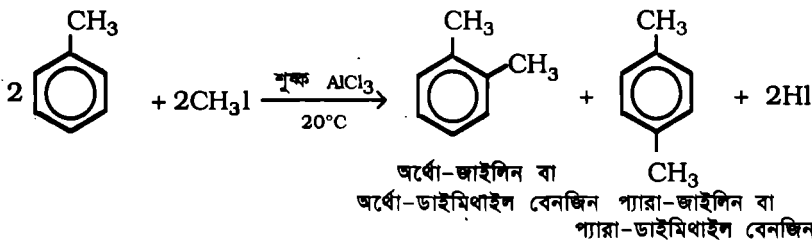
নাইটেশনের ক্রিয়া-কৌশল : টলুইনের নাইটেশন-এর ক্রিয়া-কৌশল বেনজিনের নাইটেশনের ক্রিয়া-কৌশলের অনুরূপ। তবে টলুইনের মিথাইল মূলক অর্ধো-প্যারা নির্দেশক হওয়ায় মিথাইল মূলকের অর্ধো ও প্যারা অবস্থানের কার্বন পরমাণুতে ইলেকট্রনের ঘনত্ব বেশি থাকে এবং উক্ত দুই স্থানে ইলেকট্রোফাইল $-NO_2$ মূলক প্রবেশ করে।



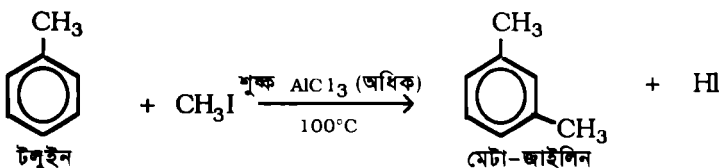
৭। টলুইনের সালফোনেশন : ধূমায়িত H_2SO_4 - এর সাথে টলুইন $0^\circ - 5^\circ C$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়া করলে অর্ধো-টলুইন সালফোনিক এসিড ও প্যারা-টলুইন সালফোনিক এসিড এবং পানি উৎপন্ন হয়। এখানে টলুইনের অর্ধো অথবা প্যারা অবস্থানের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু সালফোনিক এসিড ($-SO_3H$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



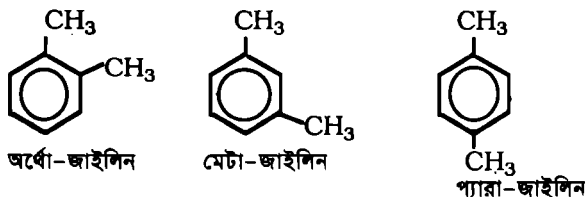
৮। ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়া : শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে সাধারণ তাপমাত্রায় টলুইনের সাথে মিথাইল আয়োডাইডের বিক্রিয়ায় অর্ধো-জাইলিন, প্যারা-জাইলিন ও HI উৎপন্ন হয়। এ ক্ষেত্রে টলুইনের অর্ধো বা প্যারা অবস্থানের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু মিথাইল ($-CH_3$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



মেটা জাইলিন প্রস্তুতি : অধিক পরিমাণ শুষ্ক $AlCl_3$ প্রভাবকের উপস্থিতিতে ও $100^\circ C$ তাপমাত্রায় টলুইনের সাথে মিথাইল আয়োডাইডের বিক্রিয়ায় মেটা-জাইলিন ও হাইড্রোজেন আয়োডাইড উৎপন্ন হয়।

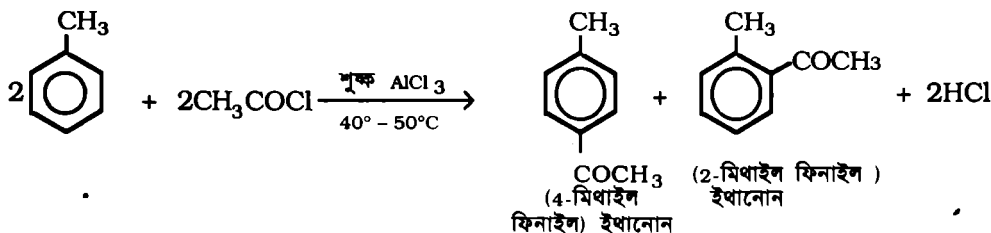


সূত্রাং $C_6H_4(CH_3)_2$ আগবিক সংকেত যুক্ত ডাইমিথাইল বেনজিন বা জাইলিনের নিম্নোক্ত গাঠনিক সংকেতের তিনটি সমাণু আছে। যেমন,



অনুরূপভাবে 1-ইথাইল 4-মিথাইল বেনজিন প্রস্তুত করা যায়। তখন টলুইনের সাথে C_2H_5Br ও $FeBr_3$ এর মিশ্রণকে $20^\circ C$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়া ঘটানো হয়।

৯। ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যাসিটাইলেশন : শুষ্ক $AlCl_3$ এ উপস্থিতিতে টলুইন ও অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড (CH_3COCl) এর মিশ্রণকে একটু গরম করলে প্রধানত (4-মিথাইল ফিনাইল) ইথানোন উৎপন্ন হয়।


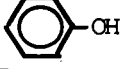
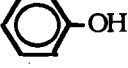


৫.৫০ টলুইনের ব্যবহার (Uses of toluene)

(১) বেনজ্যাপডিহাইড, বেনজ্যায়িক এসিড, টাইনাইটো বেনজিন, টাইনাইটো টলুইন, স্যাকারিন [অর্থাৎ সালফো বেনজামাইড, $C_6H_4(-CO-NH-SO_2-)$] প্রভৃতি প্রস্তুতিতে টলুইন ব্যবহৃত হয় (২) রেজিন, বার্শিশ, প্লাস্টিক প্রভৃতির দ্রাবক হিসেবে। (৩) পশম বস্ত্রাদির ড্রাই-ওয়াশিং কাজে বা শুষ্ক পরিষ্কাররূপে টলুইন ব্যবহৃত হয়।

৫.৫১ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য Difference between aliphatic and aromatic compounds

সারণি ৫.৭ : অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য

অ্যালিফেটিক যৌগ	অ্যারোমেটিক যৌগ
১। অ্যালিফেটিক যৌগ প্রধানত মুক্ত শিকল জৈব যৌগ। যেমন, ইথেন H_3C-CH_3 ; প্রোপেন $H_3C-CH_2-CH_3$	১। অ্যারোমেটিক যৌগ বলয়াকার সমতলীয় জৈব যৌগ, যাদের অণুতে সঞ্চরণশীল $(4n + 2)$ সংখ্যক পাই (π) ইলেকট্রন থাকে। যেমন, বেনজিন 
২। অ্যালিফেটিক যৌগ এক-কার্বনবিশিষ্ট হতে পারে। যেমন, মিথেন CH_4 , মিথানল CH_3-OH	২। অ্যারোমেটিক যৌগে সাধারণত কমপক্ষে চারটি কার্বনসহ N, S, O পরমাণু থাকে; নতুবা বেনজিন বলয় থাকে। যেমন, ফেনল 
৩। অ্যালিফেটিক হাইড্রজিন যৌগ যেমন, অ্যালকোহল-সমূহ লিটমাস নিরপেক্ষ যৌগ। যেমন, মিথানল CH_3OH	৩। অ্যারোমেটিক হাইড্রজিন যৌগ যেমন, ফেনলসমূহ অম্লধর্মী যৌগ। যেমন, ফেনল 
৪। অ্যালিফেটিক অসম্পৃক্ত যৌগে হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন প্রভৃতি ইলেকট্রন আকর্ষণী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সাধারণত ঘটে না।	৪। অ্যারোমেটিক যৌগ অসম্পৃক্ত হওয়া সত্ত্বেও সহজে হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন প্রভৃতি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়।
৫। অ্যালিফেটিক যৌগের অণুস্থিত হ্যালোজেন পরমাণু বেশ সক্রিয়। তাই প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। যেমন, $CH_3Br + KOH \rightarrow CH_3OH + KBr$	৫। অ্যারোমেটিক যৌগের অণুস্থিত হ্যালোজেন পরমাণু কম সক্রিয়। যেমন, $C_6H_5Cl + KOH \rightarrow$ সাধারণ অবস্থায় বিক্রিয়া করে না।
৬। অ্যালিফেটিক অসম্পৃক্ত যৌগ $KMnO_4$ দ্বারা সহজেই জারিত হয়। যেমন, $HC \equiv CH + 4[O] \xrightarrow{KMnO_4} HOOC - COOH$	৬। অ্যারোমেটিক যৌগ অসম্পৃক্ত হওয়া সত্ত্বেও $KMnO_4$ দ্বারা জারিত হয় না। তাদের অসম্পৃক্ততা বিশেষ ধরনের।
৭। অ্যালিফেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন, CH_3NH_2 নিম্নতাপমাত্রায় ($5^\circ C - 5$) $NaNO_2$ ও HCl এর সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল ও N_2 গ্যাস তৈরি করে। $CH_3NH_2 + HNO_2 \xrightarrow[5^\circ C]{NaNO_2, HCl} CH_3OH + N_2 + H_2O$ মিথাইল অ্যামিন মিথানল	৭। অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন, $C_6H_5NH_2$ নিম্নতাপমাত্রায় ($5^\circ C - 5$) $NaNO_2$ ও HCl এর সাথে বিক্রিয়ায় বেনজিন ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করে। $C_6H_5NH_2 + HNO_2 \xrightarrow[5^\circ C]{NaNO_2, HCl} C_6H_5N_2Cl + H_2O$ অ্যানিলিন
৮। অ্যালিফেটিক যৌগে কার্বনের শতকরা পরিমাণ অপেক্ষাকৃত কম। যেমন, মিথেন CH_4 যৌগে $C = 75\%, H = 25\%$ ।	৮। অ্যারোমেটিক যৌগে কার্বনের শতকরা পরিমাণ অপেক্ষাকৃত বেশি। যেমন, বেনজিন C_6H_6 যৌগে $C = 92.3\%, H = 7.7\%$ ।

৫ম অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনসমূহকে অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন বলা হয়। এদের প্রধান উৎস হল প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেটোলিয়াম। অণুস্থিত কার্বন পরমাণুর সংখ্যা অনুসারে $C_1 - C_4$ হাইড্রোকার্বনসমূহ গ্যাস হয়। $C_5 - C_{17}$ পর্যন্ত সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন তরল এবং C_{18} থেকে অধিক কার্বন পরমাণু যুক্ত সম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বনসমূহ কঠিন হয়। পেটোলিয়াম হল অবিশুদ্ধ বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। পেটোলিয়ামকে অয়েল রিফাইনারিতে আংশিক পাতন করে এল. পি. গ্যাস, গ্যাসোলিন বা পেটোল, কেরোসিন, ডিজেল, লুব্রিকেটিং অয়েল, মোম প্রভৃতি আলাদা আলাদাভাবে সংগ্রহ করা হয়। জ্বালানি হিসেবে হাইড্রোকার্বনের ব্যবহার অধিক।

২। মুক্ত শিকল অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন তিন প্রকার; যেমন, অ্যালকেন (C_nH_{2n+2}), অ্যালকিন (C_nH_{2n}), অ্যালকাইন (C_nH_{2n-2})। বেনজিনের কার্বন বলয়টিকে অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস বলা হয়। মিথাইল বেনজিন, ইথাইল বেনজিন হল বেনজিনের সমগোত্রক। বেনজিন বলয়ে যুক্ত অ্যালকাইল মূলক (যেমন, $-CH_3$, $-C_2H_5$) কে পার্শ্বশিকল বলে।

৩। অ্যালকেনসমূহকে কার্বজিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ থেকে সোডালাইম সহযোগে ডিকার্বিলেশন প্রক্রিয়ায় প্রস্তুত করা যায়। যেমন, সোডিয়াম অ্যাসিটেট (CH_3COONa) ও সোডালাইমের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে মিথেন (CH_4) প্রস্তুত করা হয়। অ্যালকেনসমূহের অণুতে সিগ্মা বন্ধন থাকে। তাই এরা সুস্থিত, কম সক্রিয় হয়। অ্যালকেন অণুতে ক্লোরিন ও ব্রোমিন দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া মুক্ত মূলক বা ফ্রি-রেডিকেল দ্বারা ঘটে।

৪। অ্যালকিন প্রস্তুত করা যায় অ্যালকোহল থেকে পানি অপসারণ করে; এর জন্য নিরুদক যেমন, গাঢ় H_2SO_4 বা শুষ্ক Al_2O_3 ব্যবহার করা হয়। অ্যালকিনের অণুতে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন একটি সিগ্মা (σ) বন্ধন ও একটি পাই (π) বন্ধন দ্বারা গঠিত। পাই বন্ধন দুর্বল বন্ধন হওয়ায় অ্যালকিনসমূহ বিভিন্ন যুত বিক্রিয়া দেয়। এসব যুত বিক্রিয়া H_2 , X_2 , HX , গাঢ় H_2SO_4 ইত্যাদির সাথে ঘটে। এসব যুত বিক্রিয়ায় বিকারক অণু অ্যালকিনের অণুর π বন্ধনের কারণে ধনাত্মক অংশ (ইলেকট্রোফাইল) ও ঋণাত্মক অংশ (নিউক্লিওফাইল) রূপে দুই অংশে প্রথমে বিভক্ত হয়ে পড়ে। ইলেকট্রোফাইল অ্যালকিনকে প্রথমে আক্রমণ করে একটি সমযোজী বন্ধন গঠন করে; তখন অ্যালকিনের অসম্পূর্ণ অপর ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বনের সাথে বিকারকের ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল যুক্ত হয়ে সুস্থিত সম্পূর্ণ যৌগ গঠন করে।

৫। অ্যালকাইন প্রস্তুত করা হয় অ্যালকেনের ভিসিন্যাল ডাইহ্যালাইড ও অ্যালকোহলীয় KOH এর বিক্রিয়া দ্বারা। অ্যালকাইনসমূহের অণুতে একটি সিগ্মা বন্ধন ও দুটি পাই বন্ধন থাকে। তাই যুত বিক্রিয়া এদের প্রধান বৈশিষ্ট্য। এছাড়া জারণ বিক্রিয়া, যুত পলিমার গঠন তাদের অন্যতম রাসায়নিক ধর্ম। অ্যালকাইন-1 সমূহের প্রান্তীয় কার্বনের H পরমাণুটি সক্রিয় ধাতু যেমন, সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, অর্থাৎ অ্যালকাইন-1 অম্লীয় হয়।

৬। বেনজিন নামক হাইড্রোকার্বন যৌগ ও এর জাতক যৌগসমূহ অথবা এর ধর্মবিশিষ্ট যৌগসমূহকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলা হয়। আধুনিককালে, হাকেল সংখ্যক অর্থাৎ $(4n + 2)$ সংখ্যক সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন সংবেলিত সমতলীয় চাক্রিক যৌগসমূহকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলা হয়।

৭। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, বেনজিন, টলুইনকে লঘু তৈল থেকে আর্শিক পাতন দ্বারা পৃথক করা হয়। এছাড়া সোডিয়াম বেনজোয়েট লবণকে সোডালাইমসহ উত্তপ্ত করে এবং ফেনলকে জিংকে গুঁড়াসহ উত্তপ্ত করে বেনজিন প্রস্তুত করা হয়।

৮। টলুইন বা মিথাইল বেনজিন হল বেনজিনের একটি সমগোত্রক। বেনজিন থেকে ফ্রিডেল ক্রাফ্ট বিক্রিয়ার সাহায্যে টলুইন প্রস্তুত করা যায়। এছাড়া উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়ার সাহায্যে ব্রোমো বেনজিন, সোডিয়াম ও মিথাইল ব্রোমাইডের মিশ্রণ থেকে টলুইন প্রস্তুত করা হয়।

৯। বেনজিনের মত অন্যান্য অ্যারোমেটিক যৌগের বিশেষ চারটি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া যেমন, হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন ও ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্ট বিক্রিয়া আছে। (১) লুইস এসিড নামক প্রভাবক যেমন, শুষ্ক $AlCl_3$, শুষ্ক $FeCl_3$ ইত্যাদি হ্যালোজেন বাহকের উপস্থিতিতে হ্যালোজেনেশন, (২) গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 এর মিশ্রণ দ্বারা নাইট্রেশন, (৩) ধূমায়িত H_2SO_4 দ্বারা সালফোনেশন এবং (৪) শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে অ্যালকাইল হ্যালাইড অথবা অ্যাসাইল হ্যালাইডের সহযোগে ফ্রিডেল ক্র্যাফ্ট বিক্রিয়া প্রভৃতি টলুইনেও ঘটে। এসব প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ইলেকট্রোফিলিক মেকানিজমে বা ক্রিয়া কৌশলে ঘটে। এ চারটি ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বেনজিন, টলুইনসহ অন্যান্য প্রায় সব অ্যারোমেটিক যৌগে কম বেশি ঘটে, তাই এদেরকে অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য বা অ্যারোমেটিসিটির শর্ত ধরা হয়।

অনুশীলনী-৫ : প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। (ক) হাইড্রোকার্বন কাকে বলে? হাইড্রোকার্বনসমূহের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ লেখ।
(খ) অ্যারোমেটিক যৌগের সংজ্ঞা দাও। হাকেল নিয়ম বলতে কী বুঝ?
- ২। (ক) পেটোলিয়াম ও পেট্রোল কী? কৃত্রিম উপায়ে পেট্রোল সংশ্লেষণ বর্ণনা কর।
(খ) প্রাকৃতিক গ্যাস কী? এর প্রধান উপাদানসমূহ উল্লেখ কর। [রা. বো. ২০১০]
- ৩। অ্যালকেন কাকে বলে? অ্যালকেনের দুটি প্রস্তুত পদ্ধতি লেখ।
- ৪। (ক) অ্যালকিন বা অলেফিন্স কী? পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথিলিন বা ইথিন প্রস্তুত পদ্ধতি বর্ণনা কর।
[ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১;
সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
(খ) ইথিনের ৪টি ব্যবহার উল্লেখ কর।
- ৫। (ক) অ্যালকাইন বা অ্যাসিটিলিনস কী? পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন প্রস্তুত পদ্ধতি বর্ণনা কর।
[ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯;
য. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
(খ) ইথাইনের ৪টি ব্যবহার লেখ।
- ৬। অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের প্রস্তুতির দুটি পদ্ধতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ।
- ৭। ফ্রি-রেডিকেল কী? মিথেনের সাথে ক্লোরিনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল বর্ণনা কর।
- ৮। ইলেকট্রোফাইল কী? ইথিনের সাথে ব্রোমিনের ইলেকট্রোফিলিক যুত বিক্রিয়ার ক্রিয়া-কৌশল বর্ণনা কর।
[রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]
- ৯। অপ্রতিসম অ্যালকিন কী? অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে HBr এসিডের যুত বিক্রিয়া ক্রিয়া-কৌশলসহ লেখ।

- ১০। (ক) মারকনিকভের নিয়ম কী? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। [ডা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০০৮;
কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০;
য. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
- (খ) মারকনিকভের নিয়মের ওপর পারঅজাইড প্রভাব উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১১। (ক) ইথিনের সাথে ওজোন ও স্ফারীয় পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের বিক্রিয়া বর্ণনা কর।
(খ) ওজোনোলাইসিস কী? বিউটিন-২ এর সাথে ওজোনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগকে আর্দ্র-বিশ্লেষণ করলে কী উৎপন্ন হয় তা সমীকরণসহ লেখ।
- ১২। (ক) অ্যালকিনে দ্বিবন্ধনের অবস্থান ওজোনোলাইসিস বিক্রিয়ার সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।
(খ) বিউটিন-১ ও বিউটিন-২ এর ওজোনোলাইসিস বিক্রিয়ায় কী কী যৌগ উৎপন্ন হয়-ব্যাখ্যা কর।
- ১৩। অ্যালকাইন বলতে কী বুঝ? অ্যালকাইনে দ্বিবন্ধনের অবস্থান নির্ণয়ের একটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ।
- ১৪। (ক) অ্যালকাইন-১ এর বৈশিষ্ট্যপূর্ণ অল্পধর্ম অ্যাসিটিলিন দ্বারা ব্যাখ্যা কর।
(খ) বিউটাইন-১ ও বিউটাইন-২ এর মধ্যে পার্থক্য কীভাবে করা যায়? [সি. বো. ২০০৯]
- ১৫। (ক) অ্যারোমেটিক যৌগ কী? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
(খ) লঘু তৈল কী? লঘু তৈল বা আলকাতরা থেকে বিশুদ্ধ বেনজিন উৎপাদন বর্ণনা কর। [ডা. বো. ২০১১;
চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]
- (গ) কোল গ্যাস কী? কোল গ্যাস থেকে বিশুদ্ধ বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। [কু. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৭]
- ১৬। পেট্রোলিয়াম থেকে বেনজিন ও টলুইন উৎপাদন বর্ণনা কর।
অথবা, অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ। [ব. বো. ২০১১]
- ১৭। (ক) বেনজিনের দুটি প্রস্তুত প্রণালীর মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ।
(খ) ফেনল থেকে কীভাবে বেনজিন তৈরি করা যায়?
- ১৮। বেনজিনের সমগোত্রক কী? পরীক্ষাগারে টলুইন বা মিথাইল বেনজিন প্রস্তুতির দুটি পদ্ধতি বর্ণনা কর।
[চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০]
- ১৯। (ক) বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া কী কী? বেনজিনে ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার একটির উদাহরণ ক্রিয়া-কৌশলসহ লেখ।
(খ) নাইট্রেশন কী? বেনজিনে নাইট্রেশন বিক্রিয়ার কৌশল লেখ। [ডা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৯;
সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮]
- (গ) সালফোনেশন কী? বেনজিনের সালফোনেশন বিক্রিয়া লেখ।
(ঘ) বেনজিনে ফ্রিডেল ক্র্যাফ্ট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়া মেকানিজমসহ লেখ। [ডা. বো. ২০০৬]
- ২০। (ক) টলুইনের সাথে ক্লোরিনের বিভিন্ন অবস্থায় বিক্রিয়াসমূহ বর্ণনা কর। [ডা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১;
সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
- (খ) টলুইনের পার্শ্বশিকলে ক্লোরিনের বিক্রিয়া শর্তসহ লেখ। [সি. বো. ২০০৮]

- ২১। ইথিনের সাথে Br_2 এর যুত বিক্রিয়া ইলেকটন আকর্ষী এবং Br_2 ও বেনজিনের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াও ইলেকটন আকর্ষী; বিক্রিয়ার কৌশলসহ উদাহরণ ও ব্যাখ্যা কর।
- ২২। (ক) অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য বা অ্যারোমেটিকত্ব বলতে কী বোঝায়? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
[দা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮, ২০১০]
- (খ) অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যায় হাকেল তত্ত্ব সংক্ষেপে লেখ।
- (গ) 'বেনজিনের অসম্পৃক্ততা বিশেষ ধরনের' — ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২০১১]
- ২৩। (ক) পলিমারকরণ কী? উদাহরণ দাও। [চ. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৯]
- (খ) অ্যালকিনের দুটি যুত পলিমার প্রস্তুতি ও তাদের ব্যবহারসমূহ লেখ।
- (গ) পলিস্ট্যারিনের প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ। [চ. বো. ২০০৯; দা. বো. ২০০৮]
- (ঘ) PVC কী? এর প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ। [দা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]
- (ঙ) টেকলন কী? টেকলনের প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ।
- (চ) বেনজিন ইথাইনের পলিমার—ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০]
- ২৪। (ক) বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী ও নিষ্ক্রিয়কারী মূলক কী? উদাহরণ দাও। [দা. বো. ২০০৮, ২০১১; চ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১]
- (খ) বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক কী? নিম্নের কোনটি বলয় সক্রিয়কারী ও বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলক তা উল্লেখ কর : $-CH_3$, $-OCH_3$, $-Cl$, CHO , $-OH$, $-NO_2$, $-NR_2$
[চ. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০]
- (গ) মেটা নির্দেশক গ্রুপ ও অর্থো-প্যারা নির্দেশক গ্রুপ কী? উদাহরণ দাও। [ব. বো. ২০০৮]
- (ঘ) $-NH_2$ গ্রুপের উপস্থিতিতে বেনজিন চক্রের O-, p- অবস্থানে ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন ঘটে কেন?
[চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯]
- (ঙ) বেনজিন বলয়ে $-OH$ মূলক অর্থো-প্যারা নির্দেশক কেন?
[কু. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৯]
- (চ) বেনজিন চক্রে $-CH_3$ মূলক অর্থো-প্যারা নির্দেশক কেন? [য. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০]
- (ছ) $-NO_2$ গ্রুপের উপস্থিতিতে বেনজিন চক্রে m-অবস্থানে ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন ঘটে ব্যাখ্যা কর।
[রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- (জ) ক্লোরিন অর্থো-প্যারা নির্দেশক হলেও বেনজিন চক্রের সক্রিয়তা হ্রাস করে কেন?
[সি. বো. ২০০৭]

[সংক্ষেপ : ধনাত্মক মেসোমারিক ফল (+M) এর সাথে ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (-I) কাজ করে।]

২৫। অ্যালিফেটিক যৌগ ও অ্যারোমেটিক যৌগের মধ্যে চারটি পার্থক্য লেখ।

২-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) অ্যারোমেটিক যৌগের নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বশিকল কী? [ঢা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১;
চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
(খ) হাকেল নীতি কী? [ঢা. বো. ২০১১;
য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮]
(গ) হাকেল তত্ত্ব কী? [চ. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]
- ২। (ক) ইথিন ও ইথাইনের মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। [ঢা. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০০৮;
কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১]
(খ) অ্যালকিন-১ ও অ্যালকাইন-১ এর মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা দাও।
- ৩। (ক) কোল গ্যাস কী? [ঢা. বো. ২০০৮]
(খ) কোন জ্বালানির অক্টেন নাম্বার ৪৫ বলতে কী বুঝ? [চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০]
- ৪। (ক) গ্যামাঅক্সিন কী? এটি কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? এর ব্যবহার লেখ। [ঢা. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১০]
(খ) ৭০% বেনজল কী? [সি. বো. ২০০৭]

১। টীকা লেখ, সংক্ষেপে

- ১। (ক) অক্টেন নাম্বার [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১১;
রা. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]
(খ) ডিকার্বিলেশন [চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১০; ঢা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯]
(গ) জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৯;
চ. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
(ঘ) উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়া [য. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৭]
(ঙ) ইটার্ড বিক্রিয়া
(চ) ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৮;
ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]
(ছ) টি. এন. টি (T.N.T) [ঢা. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০০৮]
(জ) সংরক্ষণশীল ইলেকট্রন বা ইলেকট্রনের ডিগোকালাইজেশন।

২। ব্যাখ্যা কর, সংক্ষেপে

- ১। অ্যালকিন যুত্বিক্রিয়া প্রদর্শন করে; ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৭]
- ২। (ক) অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন মৃদু অম্লধর্মী;—ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১০;
সি. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০]
(খ) অ্যালকাইন-১ অম্লধর্মী কেন? [য. বো. ২০০৮]
- ৩। ইথেন, ইথিন ও ইথাইন গ্যাস মিশ্রণ থেকে কীভাবে উপাদানগুলো পৃথক করা যায়?
- ৪। (ক) বেনজিন একটি অসম্পৃক্ত যৌগ এবং এর অণুতে তিনটি দ্বিবন্ধন আছে তা কিরূপে প্রমাণ করা হয়? [ঢা. বো. ২০০৭; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৮]
(খ) ইথিন ও ইথাইনের অসম্পৃক্ততার মত বেনজিন অসম্পৃক্ততা প্রদর্শন করে না কেন? [য. বো. ২০০৮]
- ৫। বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ; তা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১]
বেনজিনের নাইট্রেশন বিক্রিয়ায় গাঢ় H_2SO_4 এর ভূমিকা ব্যাখ্যা কর।
- ৭। (ক) মার্জারিন কী? মার্জারিন কীরূপে প্রস্তুত করা হয়? [৫.১৪.১(১)]
(খ) অম্লি অ্যাসিটিলিন শিখা কী? এটি কী কাজে লাগে? [ব. বো. ২০১১]

৩। বিভিন্ন যৌগের রূপান্তর

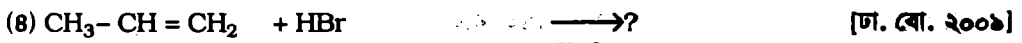
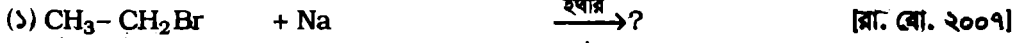
নিম্নোক্ত যৌগের পারস্পরিক রূপান্তর কীভাবে করা হয় তা লেখ :

- ১। মিথেন ও ইথেন এর পারস্পরিক রূপান্তর।
- ২। ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিন এর পারস্পরিক রূপান্তর।
- ৩। বেনজিন ও টলুইন এর পারস্পরিক রূপান্তর।

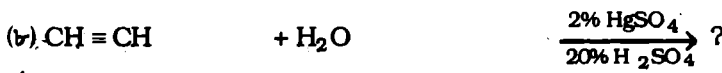
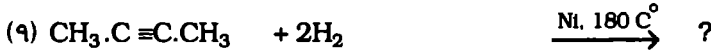
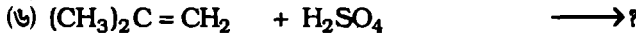
[চা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]

৪। বেনজিন ও বেনজোয়িক এসিড এর পারস্পরিক রূপান্তর।

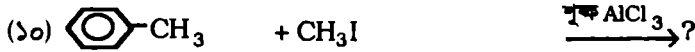
৫। নিম্নোক্ত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগের নাম ও সংকেত লেখ :



য. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০]



[চা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮]



রা. বো. ২০১০]

(১২) ইথাইনকে 500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত লৌহনলের মধ্য দিয়ে চালনা করা হয়।

(১৩) সোডিয়াম ইথানোয়েটকে সোডা লাইমসহ উত্তপ্ত করা হয়।

(১৪) সোডিয়াম প্রোপানোয়েটকে সোডা লাইমসহ উত্তপ্ত করা হয়।

(১৫) সোডিয়াম বেনজোয়েট বা বেনজোয়িক এসিডকে সোডা লাইমসহ উত্তপ্ত করা হয়।

৬। ইথিন থেকে কীভাবে নিম্নোক্ত যৌগ প্রস্তুত করা যায় :

(১) ইথেন

(২) ইথানল [চ. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০]

(৩) মিথান্যাল [চ. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১০]

(৪) ইথিলিন গ্রাইক্স [দি. বো. ২০০৯]

(৫) অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিড

(৬) ইথাইন [য. বো. ২০০৮]

(৭) পলিস্টাইরিন [চ. বো. ২০০৭]

৭। ইথাইন থেকে কীরূপে নিম্নোক্ত যৌগ পাওয়া যায় :

- (১) ইথিলিন বা ইথিন [ব. বো. ২০০৭]
- (২) ইথেন
- (৩) ভিনাইল ক্লোরাইড
- (৪) ইথিলিডিন ব্রোমাইড
- (৫) অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল [চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১১]
- (৬) অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিড [চ. বো. ২০১১]
- (৭) অক্সালিক এসিড [কু. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১০]
- (৮) গ্লাইক্সাল
- (৯) বেনজিন [রা. বো. ২০১০]

৮। বেনজিন থেকে কীরূপে নিম্নোক্ত যৌগ পাওয়া যায় :

- (১) গ্যামাজিন [চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৮]
- (২) গ্লাইক্সাল [য. বো. ২০০৮]
- (৩) ব্রোমোবেনজিন (ক্লোরোবেনজিন) [কু. বো. ২০০৯]
- (৪) নাইট্রোবেনজিন, অ্যানিলিন [চ. বো. ২০০৭]
- (৫) মেটাডাইনাইট্রো বেনজিন [চ. বো. ২০০৯]
- (৬) টলুইন বা মিথাইল বেনজিন ও p-নাইট্রো টলুইন [কু. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]
- (৭) বেনজোয়িক এসিড [চ. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৯]
- (৮) অ্যাসিটোফেনোন, বেনজোফেনোন [য. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৯]
- (৯) ডাইফিনাইল
- (১০) স্যালিসাইলিক এসিড
- (১১) পিকরিক এসিড
- (১২) p-নাইট্রো টলুইন [চ. বো. ২০০৭]

[ইঙ্গিত : প্রথমে ফ্রিডেল ক্রাফ্ট অ্যালকাইলেশন দ্বারা বেনজিন থেকে টলুইন তৈরি করে শেষে টলুইনের নাইট্রেশন করতে হবে।]

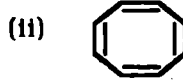
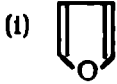
- (১৩) সাইক্লোহেক্সেন [য. বো. ২০০৯]

৯। টলুইন থেকে কীরূপে নিম্নোক্ত যৌগ প্রস্তুত করা যায় :

- (১) বেনজোক্লোরাইড [কু. বো. ২০০৭]
- (২) মেটাজাইলিন
- (৩) বেনজ্যালডিহাইড
- (৪) বেনজোয়িক এসিড [কু. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮]
- (৫) বেনজাইল ক্লোরাইড
- (৬) বেনজিন [কু. বো. ২০০৭]
- (৭) T. N. T (টি. এন. টি) [রা. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০০৯]

৪। সমস্যা : রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর :

- (১) দুই কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট একটি হাইড্রোকার্বন ব্রোমিন পানিকে বর্ণহীন করে। এটি 2% HgSO₄ মিশ্রিত 20% H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে পানির সাথে বিক্রিয়ায় কার্বনাইল যৌগ উৎপন্ন করে। সর্বাধিক বিক্রিয়ার সমীকরণসহ হাইড্রোকার্বনটির নাম লেখ। [উত্তর : অ্যাসিটলিন]।
- (২) দুই কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট একটি হাইড্রোকার্বন ব্রোমিন দ্রবণকে বর্ণহীন করে এবং উৎপন্ন ব্রোমো যৌগটিকে অ্যাকোহলীয় NaOH সহ উত্তপ্ত করলে অপর একটি হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হয়, যা অ্যামোনিয়া মিশ্রিত সিলভার নাইটেটের সাথে ধূসর অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। প্রাথমিক হাইড্রোকার্বনটি কী হবে? সর্বাধিক বিক্রিয়ার সমীকরণসহ লেখ। [উত্তর : ইথিলিন, দ্রষ্টব্য : অনুচ্ছেদ ৫.২০ এর উদাহরণ-২ (প্রশ্নের ১ম অংশ)]
- (৩) C₆H₁₂ অণবিক সংকেতের কোন যৌগকে জিংক গুঁড়াসহ ওজোনোলাইসিস করে প্রোপানোন (CH₃)₂CO ও অপর একটি যৌগ পাওয়া যায়। অপর যৌগটি কি এবং হাইড্রোকার্বনটির সঠিক গাঠনিক সংকেত কী হবে তা ব্যাখ্যা কর। [উত্তর : প্রোপান্যাল, 2-মিথাইল পেটিন-2]
- (৪) C₄H₄O সংকেতের যৌগটি বিষম চাক্রিক অ্যারোমেটিক যৌগ হলে হাকেল নিয়ম অনুসারে এর মধ্যে সম্ভরণশীল π ইলেকট্রন সংখ্যা কত হবে তা ব্যাখ্যা কর।
- (৫) নিচের কোনটি অ্যারোমেটিক যৌগ হবে, তা কারণসহ লেখ।



- (৬) C₈H₈ যৌগটি কার্বন টেট্রাক্লোরাইড-ব্রোমিন দ্রবণের লাল বর্ণ বিনষ্ট করে। ঐ যৌগটি অম্লীয় KMnO₄ দ্বারা জারিত হয়ে বেনজোয়িক এসিড উৎপন্ন করে। সর্বাধিক বিক্রিয়াসহকারে যৌগটির গাঠনিক সংকেত প্রতিষ্ঠা কর। [উত্তর : -CH=CH₂, সিনামিক এসিড] [রা. বো. ২০১০]

৫। সমাপ্ততা ও গাঠনিক সংকেত

১। (ক) ডাইমিথাইল বেনজিন [C₆H₄(CH₃)₂] এর সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।

[চ. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১১]

(খ) ডাইক্লোরো বেনজিন (C₆H₄ Cl₂) সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত ও নাম লেখ।

[চ. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০]

(গ) নাইটো টলুইন [C₆H₄(NO₂)CH₃] সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।

(ঘ) C₆H₄(OH)CH₃ এর সম্ভাব্য সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত ও নাম লেখ।

(ঙ) C₆H₄(CH₃)Br এর সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত ও নাম লেখ।

[চ. বো. ২০১১]

(চ) C₆H₄(NO₂)₂ এর সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।

২। গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) টি.এন.টি

[চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০]

(ii) বেনজিন হেজাক্লোরাইড

[চ. বো. ২০১০]

(iii) অর্থোনাইট্রো টলুইন

[চ. বো. ২০১১]

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন

১। জ্বালানির প্রধান উৎস হল হাইড্রোকার্বন, প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেট্রোলিয়াম। এদের আমরা প্রাকৃতিক উৎস থেকে পেয়ে থাকি। পেট্রোলিয়াম তেলের আংশিক পাতন করে L.P- গ্যাস বা, বোতল গ্যাস, গ্যাসোলিন বা পেট্রোল, ডিজেল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত 'ডিজেল' প্রভৃতি পাতিত তরলরূপে সংগ্রহ করা হয়। জ্বালানি তেলের মান প্রকাশের জন্য 'অকটেন নাম্বার' ব্যবহৃত হয়। মিথেন ও বিউটেন গ্যাস জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। মিথেন ও বিউটেন-এর দহন তাপ যথাক্রমে - 890 kJmol⁻¹ এবং -3000 kJmol⁻¹ অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইন - এ তিন শ্রেণীতে বিভক্ত।

- (ক) অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা কী? ১
- (খ) মোটরঘটনের জ্বালানির 'অকটেন নাম্বার' কী? অকটেন নাম্বার বৃদ্ধির ১টি রাসায়নিক পদ্ধতি লেখ। ২
- (গ) গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) 2 - মিথাইল পেটেন, (ii) 3 - ইথাইল - 4 - মিথাইল হেক্টিন - 2 (iii) 3 - ক্লোরো - 3 - মিথাইল - হেক্সাইন - 1. ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত বাজারের বোতল-গ্যাস কী? ভূমি প্রদত্ত ডাটা থেকে 1g বিউটেনের দহনতাপ এবং 25°C তাপমাত্রায় ঐ বিক্রিয়ায় প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের আয়তন বের কর। 1g মিথেনের দহন তাপ হল 56 kJ; উভয় তথ্য থেকে ভূমি ব্যাখ্যা কর বাজারে প্রাপ্য গ্যাসে মিথেনের পরিবর্তে বিউটেন গ্যাস ব্যবহৃত হয় কেন? ৪

উঃ 51. 72 kJ; ব্যাখ্যা : মিথেনের b.p.-162°C, বিউটেনের b.p. - 1°C। ৪

২। পেট্রো রাসায়নিক শিল্পে বিভিন্ন অ্যালকিন যৌগ যেমন ইথিন ও প্রোপিন ব্যবহৃত হয়। উচ্চতর হাইড্রোকার্বনে তাপীয় বিয়োজন বা cracking করে অথবা ইথানলের প্রভাবকীয় নিরুদন প্রক্রিয়ায় ইথিন উৎপাদন করা যায়। ইথিন ও প্রোপিন হল অ্যালকিন সমগোত্রীয় প্রথম দুই সমগোত্রক।

- (ক) ডিকার্বাইলেশন কী? ১
- (খ) টীকা লেখ : PVC অথবা টেফলন ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ইথানল থেকে পরীক্ষাগারে ইথিন প্রস্তুতির মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা চিত্রসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ইথিন যে অ্যালকিন সদস্য বা দ্বিবন্ধন যুক্ত যৌগ তা কীরূপে পরীক্ষাগারে প্রমাণ করা যায়? HBr ও প্রোপিনের যুত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য মারকনিকভের সূত্রটি লেখ এবং সমীকরণসহ উৎপন্ন পদার্থের শতকরা পরিমাণ থেকে সূত্রটির পক্ষে ব্যাখ্যা দাও। ৪

৩। মধ্যম আকারের অ্যালকেন (C₈- C₁₈) সমূহকে ক্র্যাকিং বা তাপবিয়োজন করে অ্যালকিন যেমন ইথিন, প্রোপিন এবং নিম্নতর অ্যালকেন যেমন হেক্সেন, অকটেন ও H₂ গ্যাস উৎপাদন করে রাসায়নিক শিল্পে ব্যবহার করা হয়। অ্যালকিনে π বন্ধন থাকায় এরা খুব সক্রিয়। ইথিলিন থেকে বিভিন্ন পলিমার যৌগ উৎপাদন করা হয়।

- (ক) ক্র্যাকিং কী? ১
- (খ) শীতপ্রধান দেশে অ্যাক্রিলিকরূপে গাড়ির রেডিওটরে 40% গ্লাইকল ও 60% পানির মিশ্রণ ব্যবহৃত হয়। ভূমি ইথিন থেকে গ্লাইকল কীরূপে তৈরি করবে? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, অ্যালকিনের কার্বন-শিকলে π বন্ধন থাকে। অ্যালকিনে π বন্ধনের অবস্থান নির্ণয়ের দুটি বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ইথিলিন থেকে দুটি পলিমার প্রস্তুতি শর্ত উল্লেখপূর্বক সমীকরণ লেখ। প্রত্যেকের ১টি করে ব্যবহার লেখ। ৪

৪। রাসায়নিক পলিমার শিল্পে অ্যালকিন যেমন ইথিন ও প্রতিস্থাপিত ইথিন এবং অ্যালকাইন যেমন ইথাইন বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। s-ব্লক ধাতুর আয়নিক কার্বাইড ও অ্যালুমিনিয়াম কার্বাইড পানির সংস্পর্শে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে যথাক্রমে অসম্পৃক্ত ও সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তৈরি করে।

- (ক) অ্যারোমেটিক যৌগের নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বশিকল কী? ১
- (খ) ইথিন ও ইথাইন গ্যাসের পার্শ্বক্যাসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, কার্বাইড লবণ থেকে পরীক্ষাগারে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন গ্যাসটি প্রস্তুতির সমীকরণ লেখ এবং পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে অ্যালুমিনিয়াম কার্বাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণের সমীকরণটি লেখ। উদ্দীপক মতে s-ব্লক ধাতুর কার্বাইড থেকে উৎপন্ন হাইড্রোকার্বনটি ব্রোমিন- CCl_4 দ্রবণকে বর্ণহীন করে। এটি 2% $HgSO_4$ মিশ্রিত 20% H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে পানির সাথে বিক্রিয়ায় কার্বনাইল যৌগ উৎপন্ন করে। সফটিক বিক্রিয়ার সমীকরণসহ হাইড্রোকার্বনটির গাঠনিক সংকেত ও নাম লেখ। ৪

৫। পেট্রোলিয়াম হল অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের প্রধান উৎস। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের প্রধান উৎস হল বিটুমিনাস কয়লায় বিধ্বংসী পাতনে প্রাপ্ত আলকাতরা। অ্যালিফেটিক যৌগশ্রেণীর মধ্যে মিথেন এবং অ্যারোমেটিক যৌগ শ্রেণীর মধ্যে বেনজিন হল সরলতম সদস্য। উভয় শ্রেণীর যৌগসমূহের গঠনগত ও রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্যের ব্যাখ্যার জন্য হাকেল ভদ্বু রয়েছে।

- (ক) পলিমারকরণ কী? ১
- (খ) বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী ও নিষ্ক্রিয়কারী মূলক কী? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, আলকাতরা থেকে বিশুদ্ধ বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, হাকেল নিয়ম কী? হাকেল নিয়ম মতে বেনজিনের গাঠনিক সংকেতে কয় জোড়া সম্বন্ধরশীল π ইলেকট্রন আছে? ঐ π ইলেকট্রন যুগল সংখ্যার সমর্থনে দুটি রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৬। লঘু তৈলে বেনজিন ও বেনজিন সমগোত্রকসমূহ আছে। এছাড়া ঐ বেনজিন সমগোত্রক প্রস্তুতির জন্য উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়া ও ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া রয়েছে। অ্যারোমেটিক যৌগসমূহে ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া যেমন নাইট্রেশন, সালফোনেশন ইত্যাদি ঘটে।

- (ক) গ্রিগনার্ড বিকারক কী? ১
- (খ) বেনজিন বলয় সক্রিয়কারীমূলক কী? দুটি উদাহরণ দাও। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, বেনজিনের সমগোত্রক কী? পরীক্ষাগারে টলুইন প্রস্তুতির দুটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক বা ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল কী? বেনজিনে নাইট্রেশন বিক্রিয়া ঘটে; এর ক্রিয়াকৌশল তিন ধাপে দেখাও। ৪

৭। অ্যালকেনের তুলনায় π বন্ধনযুক্ত হাইড্রোকার্বনসমূহ অধিক সক্রিয় হয়। π বন্ধনযুক্ত অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনে যুত বিক্রিয়া হল প্রধান বিক্রিয়া; কিন্তু অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনে যেমন বেনজিন, টলুইন ও ইথাইল বেনজিনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া হল প্রধান বিক্রিয়া। উভয় শ্রেণীর যৌগের সমন্বয়ে উন্নতমানের পলিমার তৈরি করা যায়।

- (ক) হ্যালোফরম কী? ১
- (খ) ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক কী? নিচের তালিকা থেকে ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক কোনগুলো তা চিহ্নিত কর $AlCl_3, NO_2^+, NH_3, Br, H_2O$ ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, বেনজিন ও ইথিলিন থেকে ইথাইল বেনজিন তৈরি কর। ইথাইল বেনজিন থেকে কীরূপে পলিস্টায়ারিন তৈরি করা যায়? পলিস্টায়ারিনের দুটি ব্যবহার লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, নিম্নোক্ত যৌগ প্রস্তুত কর। ৪

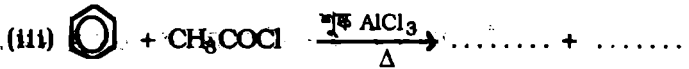
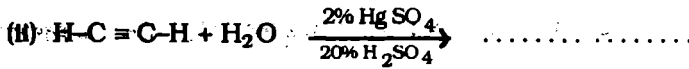
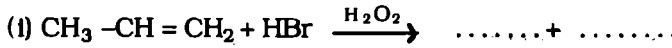
- (i) ইথিন থেকে মিথান্যাল (ii) ইথাইন থেকে ইথান্যাল (iii) বেনজিন থেকে বেনজোয়িক এসিড
(iv) টলুইন থেকে T. N. T

৮। অ্যালিফেটিক মুক্তশিকল যোগে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনে ও ত্রিবন্ধনে যথাক্রমে ১টি ও ২টি করে π বন্ধন থাকে। হাকেল নিয়ম মতে একক বেনজিনয়েড বলয়ে তিনটি π বন্ধন থাকে। প্রতি মোল π বন্ধনের যুত বিক্রিয়ায় এক মোল করে H_2 গ্যাস ও Cl_2 গ্যাস অংশ গ্রহণ করে।

- (ক) হাকেল নীতি কী? ১
(খ) অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন মৃদু অম্লধর্মী; ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপক মতে, তোমার পঠিত একটি π বন্ধনযুক্ত হাইড্রোকার্বন গ্যাসটি পরীক্ষাগারে প্রস্তুতির মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা চিত্রসহ লেখ। ৩
(ঘ) উদ্দীপক মতে, বেনজিনয়েড বলয়যুক্ত কোন হাইড্রোকার্বন বিশ্লেষণে $C = 92.3\%$, $H = 7.7\%$ পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 78 ধরে এর আণবিক সংকেত বের কর। উদ্দীপক মতে, যৌগটিতে কয়টি π বন্ধন থাকলে এর গাঠনিক সংকেত চতুর্ভোজী কার্বন সহকারে বোঝানো সম্ভব তা যুক্তি দাও এবং তা একটি পরীক্ষা দ্বারা সত্যতা প্রমাণ কর। ৪

৯। অ্যালিফেটিক মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনে ও ত্রিবন্ধনে যথাক্রমে ১টি ও ২টি করে π বন্ধন থাকে। π বন্ধন দুর্বল হওয়ায় এরা খুব সক্রিয় হয়। হাকেল নিয়ম মতে, একক বেনজিনয়েড বলয়যুক্ত অ্যারোমেটিক যৌগে ৩টি π বন্ধন থাকে। অ্যালিফেটিক ঐ সব যৌগে HBr ও পানি সংযোজন ঘটলেও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনে ঐ সব বিকারকের সাথে বিক্রিয়া ঘটে না; ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের প্রধান উৎস হল লঘু তৈল।

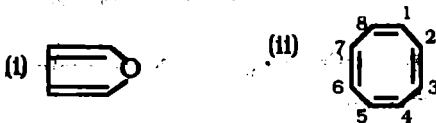
- (ক) অ্যানলিন বা অলোফিনিনস্ কী? ১
(খ) বেনজিন বলয়ে $-NH_2$ মূলকের উপস্থিতিতে ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন ঐ মূলকের অর্ধো-প্যারা অবস্থানে ঘটে কেন? ২
(গ) লঘু তৈল কী? লঘু তৈল থেকে বিশুদ্ধ বেনজিন নিষ্কাশন সম্বন্ধিত সমীকরণসহ লেখ। ৩
(ঘ) উদ্দীপক অনুসরণ করে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াগুলো সম্পন্ন কর : ৪



(iv) টলুইন থেকে T. N. T

১০। রাসায়নিক শিল্পে ইথিন, বেনজিন ও টলুইন থেকে বিভিন্ন শ্রেণীর প্রাস্টিক ও বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগ তৈরি করা সম্ভব। পরীক্ষাগারে টলুইন প্রস্তুতির জন্য উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়া ও ফ্রিডেল ক্রাফ্ট বিক্রিয়া প্রয়োগ করা হয়। বর্তমানে হাকেল তত্ত্ব দিয়ে অ্যারোমেটিক যৌগের ব্যাখ্যা দেয়া হয়।

- (ক) অকটেন নাম্বার কী? ১
(খ) নিচের কোনটি অ্যারোমেটিক যৌগ হবে, তা কারণসহ ব্যাখ্যা কর : ২



- (গ) উদ্দীপক মতে, টলুইন প্রস্তুতির দুটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ। ৩

(ঘ) উদ্দীপক মতে, প্রয়োজনীয় ইথিন গ্যাস ইথানলের প্রভাবকীয় নিরুদন প্রক্রিয়ায় উৎপাদন কর। উৎপাদিত ইথিন ও বেনজিন থেকে পলিস্ট্যারিন প্রস্তুতির বর্ণনা সমীকরণসহ লেখ।

8

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

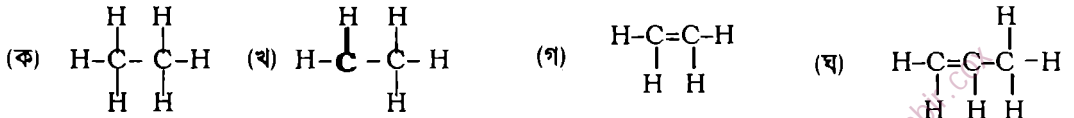
খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। কুড পেট্রোলিয়ামকে ব্যবহারযোগ্য বিভিন্ন উপাদান মিশ্রণে পৃথক করা হয় কোন্ প্রক্রিয়ায়?
 (ক) উর্ধ্বপাতনে (খ) আংশিক পাতনে (গ) পরিস্রাবণে (ঘ) আশ্রাবণে
- ২। বোতল গ্যাস বা L. P- গ্যাসের সিলিভারে থাকে কোন্টি?
 (ক) CH₄ গ্যাস (খ) CH₄ ও C₂H₆ (গ) C₃H₈ ও C₄H₁₀ (ঘ) CH₄ ও N₂ গ্যাস
- ৩। অ্যালকেন সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগসমূহের বেলায় কোন্টি সঠিক?
 (ক) সকল সদস্য হল গ্যাস (খ) এরা পানিতে দ্রবণীয়
 (গ) অ্যালকিন অপেক্ষা অধিক সক্রিয় (ঘ) কার্বন শিকলে কেবল সিগমা বন্ধন থাকে
- ৪। নিচের তালিকায় একজন শিক্ষার্থী অ্যালকেন ও অ্যালকিনের তুলনামূলক ধর্ম লিখেছে। এতে কোনটি ভুল আছে -

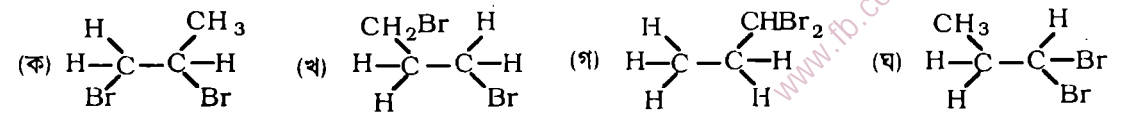
অ্যালকেন	অ্যালকিন
(ক) ব্রোমিন দ্রবণের লাল বর্ণ দূরীভূত করে না,	(ক) ব্রোমিনের লাল বর্ণ দূরীভূত করে,
(খ) অ্যালকেনের সাধারণ সংকেত C _n H _{2n+2}	(খ) অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত C _n H _{2n} .
(গ) ক্লোরিনসহ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়,	(গ) ক্লোরিনসহ যুত বিক্রিয়া দেয়,
(ঘ) অগ্নিসংযোগে প্রচুর বায়ুতে জ্বলে, কম বায়ুতে জ্বলে না।	(ঘ) অগ্নিসংযোগে প্রচুর বায়ুতে জ্বলে না,

- ৫। কোন্ বিকারক দ্বারা ইথেন ও ইথিন গ্যাসের পার্থক্য করা যায়?
 (ক) চুনের দ্রবণ, (খ) ব্রোমিন দ্রবণ, (গ) সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ, (ঘ) লিটমাস দ্রবণ
- ৬। X নামক একটি গ্যাস পূর্ণ দহনে দুটি গ্যাস Y ও Z উৎপন্ন হয়। Y গ্যাস চুনের পানিকে ঘোলাটে করে; Z গ্যাস সাদা কপার সালফেটকে নীল করে। X নামক গ্যাসটি হবে?
 (ক) ইথিন (খ) CO (গ) H₂ (ঘ) ইথানল

৭। নিচের কোন গাঠনিক সংকেতটি কোন হাইড্রোকার্বনের জন্য সঠিক নয়?

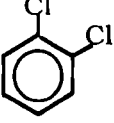
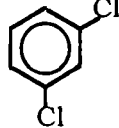

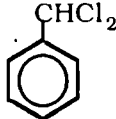
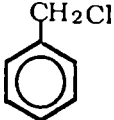
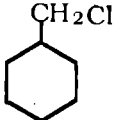
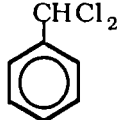
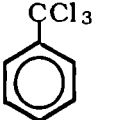


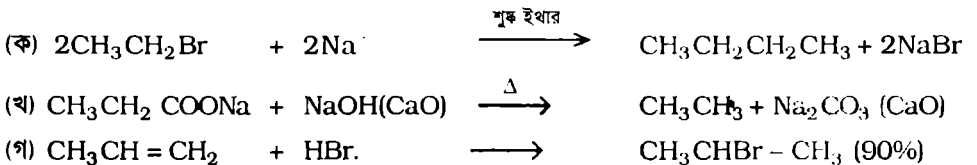
৮। প্রোপিন ও Br₂ এর যুত বিক্রিয়ায় নিচের কোন যৌগটি উৎপন্ন হবে?

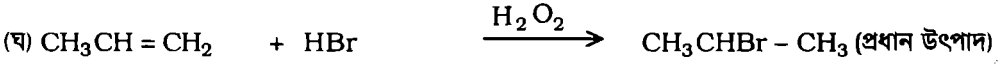


৯। জ্বালানির অকটেন নাম্বার বৃদ্ধির জন্য মিশানো হয় কোনটি?

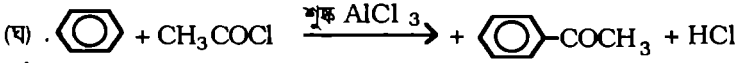
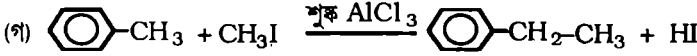
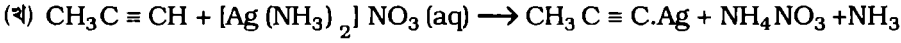
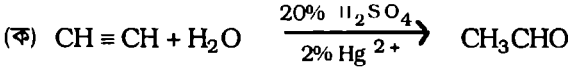
- (ক) ন্যাফথ্যালিন (খ) বেনজিন (গ) হেক্সাডেকেন (ঘ) অক্টাডেকেন

- ১০। সূর্যালোকে অ্যালকেনের সাথে কোন শ্যাংগেজেন সদস্য প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয় না ?
 (ক) F_2 (খ) Cl_2 (গ) Br_2 (ঘ) I_2
- ১১। ইথিন ও HBr এর মধ্যে সংঘটিত বিক্রিয়াটি হল -
 (ক) যুত বিক্রিয়া (খ) প্রতিস্থাপন (গ) পলিমারকরণ (ঘ) অপসারণ
- ১২। কোন হাইড্রোকার্বন ও $HOCI$ এর বিক্রিয়ায় ২-ক্লোরো - ১- হাইড্রক্সি ইথেন উৎপন্ন হয়?
 (ক) অ্যাসিটিলিন (খ) ইথিন (গ) ইথেন (ঘ) প্রোপিন
- ১৩। স্ট্যারিন তৈরি করতে কোন যৌগ দরকার হয়?
 (ক) বেনজিন ও ইথিন (খ) টলুইন ও ইথাইন (গ) বেনজিন ও ইথাইন (ঘ) বেনজিন
- ১৪। ডিনাইল ক্লোরাইড তৈরি করা হয় কোন দুটি যৌগ থেকে?
 (ক) ইথাইন ও HCl (গ্র) (খ) ইথিন ও HCl (গ্র)
 (গ) ইথেন ও Cl_2 (গ্র) (ঘ) ইথেন ও HCl (গ্র)
- ১৫। ইথাইন ও পানি সংযোজনে (প্রভাবকীয়) উৎপন্ন হয় কোনটি?
 (ক) মিথানল (খ) ইথানল (গ) ইথান্যাল (ঘ) ইথেন
- ১৬। অ্যালকাইন- ১ এর মৃদু অম্লধর্মিতা পরীক্ষায় ব্যবহৃত বিকারক কোনটি?
 (ক) অ্যামোনিয়া মিশ্রিত $AgNO_3$ দ্রবণ (খ) ফেলিং দ্রবণ
 (গ) $AgNO_3$ দ্রবণ (ঘ) $Ba(NO_3)_2$ দ্রবণ
- ১৭। হাকেল নিয়ম প্রযোজ্য হয় নিচের কোন যৌগে ?
 (ক) সাইক্লোহেক্সেন (খ) বেনজিন (গ) সাইক্লোপ্রোপেন (ঘ) হেক্সেন
- ১৮। নিচের কোনটি $C_6H_4Cl_2$ এর সমাণু নয় ?
 (ক)  (খ)  (গ)  (ঘ) 
- ১৯। বেনজাইল ক্লোরাইডের গাঠনিক সংকেত কোনটি ?
 (ক)  (খ)  (গ)  (ঘ) 
- ২০। কোন যৌগটি ওজোনাইড গঠন করে না ?
 (ক) সাইক্লোহেক্সেন (খ) ইথিন (গ) ইথাইন (ঘ) বেনজিন
- ২১। কোন বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয় ?





২২। কোন্ বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয় ?



খ-১ MCG এর উত্তরমালা :

১। (খ) ২। (গ) ৩। (ঘ) ৪। (ঘ) ৫। (খ) ৬। (ক) ৭। (খ) ৮। (ক) ৯। (খ) ১০। (ঘ) ১১। (ক) ১২।
 (খ) ১৩। (ক) ১৪। (ক) ১৫। (গ) ১৬। (ক) ১৭। (খ) ১৮। (ঘ) ১৯। (ক) ২০। (ক) ২১। (ঘ) ২২। (গ)

খ-২ MCG : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের :

১। ক্রুড- পেট্রোলিয়ামের পাতনের বেলায় পাতন-তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে পাতিত অংশের -

(i) উদ্বায়িতা কমতে থাকে (ii) পাতিত তরলের বর্ণের গাঢ়তা বাড়ে (iii) তরলের আঠালোভাব বাড়ে
 কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

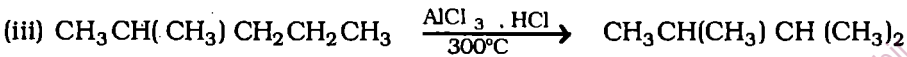
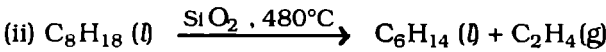
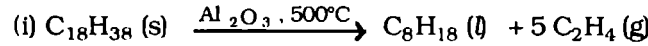
২। জ্বালানি তেলের অকটেন নাম্বার বৃদ্ধি করা যায়-

(i) বেনজিন মিশিয়ে (ii) টলুইন মিশিয়ে (iii) সরল অ্যালকেনকে শাখান্বিত করে

কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৩। ক্র্যাকিং বিক্রিয়ার উদাহরণ হল নিম্নরূপ :



কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৪। অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায় ?

(i) ডিকার্বিক্সিলেশন দ্বারা (ii) উর্টজ বিক্রিয়া দ্বারা (iii) ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া দ্বারা

কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৫। পেট্রোলিয়াম Cracking এর প্রয়োজনীয় শর্ত হল-

(i) প্রভাবকরূপে Al_2O_3 অথবা SiO_2 (ii) তাপমাত্রা $500^\circ C$ (iii) নিকেল প্রভাবক
কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (ii) (ঘ) (i)

৬। নিম্নোক্ত ধাতব কার্বাইড থেকে আর্দ্র বিশ্লেষণে ইথাইন প্রস্তুত করা যায়—

(i) Na_2C_2 (ii) Al_4C_3 (iii) CaC_2

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৭। নিম্নোক্ত মিথানাইড ধাতব কার্বাইড থেকে আর্দ্র বিশ্লেষণে মিথেন প্রস্তুত করা যায়—

(i) Be_2C (ii) Al_4C_3 (iii) CaC_2

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৮। নিচের কোন বন্ধনটিতে 'বন্ধন-শক্তি' সবচেয়ে বেশি?

(i) $-C-C-$ (ii) $-C=C-$ (iii) $-C\equiv C-$

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (i) ও (ii)

৯। ইথিলিন গ্যাস নিম্নোক্ত পলিমার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়?

(i) পলিথিন (ii) PVC (iii) পলিস্ট্যারিন

কোনটি সঠিক হবে -

(ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (ii)

১০। কৃত্রিম উপায়ে কাঁচা ফল (কলা) পাকানোর কাজে ব্যবহৃত হয়—

(i) ইথিলিন (ii) ক্যালসিয়াম কার্বাইড (iii) অ্যাসিটিলিন

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i)

১১। কোনটি মৃদু অল্পধর্মী হাইড্রোকার্বন যৌগ?

(i) প্রোপিন (ii) ইথাইন (iii) বিউটাইন-1

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (ii) (ঘ) (i)

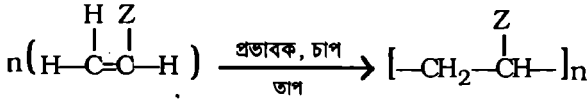
১২। ওজোন সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে—

(i) ইথিনে (ii) ইথাইনে (iii) বেনজিনে

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii)

১৩। অ্যালকিনের পলিমারকরণের সাধারণ সমীকরণ হল :



(i) Z = H হলে পলিথিন, (ii) Z = Cl হলে PVC, (iii) Z = C₆H₅- হলে স্ট্যারিন
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i)

১৪। অ্যাসিটিলিন গ্যাসের মৃদু অল্পধর্মিতা পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয়—

(i) অ্যামোনিয়া মিশ্রিত AgNO₃ দ্রবণ (ii) লিটমাস দ্রবণ (iii) সোডিয়াম ধাতু

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (iii)

১৫। লঘু তৈলে প্রধানত মিশ্রিত থাকে -

(i) বেনজিন, টলুইন (ii) ফেনল, অ্যানিলিন (iii) পেট্রোল, কেরোসিন

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (ii) (ঘ) (iii)

১৬। টলুইন প্রস্তুত করা যায় কোন্ পদ্ধতিতে ?

(i) ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন (ii) ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যাসাইলেশন (iii) উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়া
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (iii)

খ-২ MCQ এর উত্তরমালা :

১। (গ) ২। (ঘ) ৩। (ক) ৪। (ক) ৫। (ক) ৬। (খ) ৭। (ক) ৮। (গ)

৯। (গ) ১০। (ক) ১১। (খ) ১২। (গ) ১৩। (গ) ১৪। (গ) ১৫। (ক) ১৬। (গ)

খ-৩ MCQ : অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতা স্তরের :

১। বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন; এর গঠনগত ও রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন থেকে ভিন্নতা আছে। বিষয়বস্তু থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও—

(১) অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য প্রকাশের ব্যাখ্যা মিলে -

(ক) হাকেল তত্ত্ব (খ) অরবিটাল সংকরণে (গ) অনুরণন প্রক্রিয়ায় (ঘ) বন্ধন শক্তি থেকে

(২) বেনজিন অণুতে তিনটি দ্বিবন্ধন থাকা সত্ত্বেও কোন বিকারকের বর্ণ পরিবর্তন করে না—

(ক) Br₂ দ্রবণ (খ) KMnO₄ দ্রবণ (গ) Cl₂ গ্যাস (ঘ) H₂ গ্যাস

২। ইথিলিন ও বেনজিন অণুতে প্রতিটি C পরমাণু sp² সংকরিত, কার্বন-কার্বন বন্ধনে π বন্ধন আছে। এ সব বিষয়বস্তু থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও—

(১) বেনজিন ও ইথিলিন ব্যবহৃত হয় নিম্নোক্ত পলিমার তৈরিতে—

(ক) PVC (খ) PVA (গ) পলিস্টারিন ও পলিথিন (ঘ) PTFE

(২) বেনজিন ও ইথিলিন উভয়ই নিচের যুতবিক্রিয়া দেয়-

(ক) প্রভাবকীয় H_2 সংযোজন (খ) ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া (গ) HBr সহ (ঘ) $KMnO_4$ সহ

৩। অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে $450^\circ C$ -এ উত্তপ্ত লৌহনলের ভেতর চালনা করে বেনজিন তৈরি করা যায়। আবার উভয় যৌগ ওজোনের সাথে পৃথকভাবে বিক্রিয়ায় ওজোনাইড গঠন করে। ওজোনাইডকে Zn গুঁড়াসহ গরম করলে প্রতিক্ষেত্রে গ্লাইসজাল উৎপন্ন হয়। এ সব তথ্য থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও-

(১) অ্যাসিটিলিন থেকে বেনজিন তৈরির বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য —

(ক) Fe হল প্রভাবক

(খ) পলিমারকরণ

(গ) অ্যালিফেটিক থেকে অ্যারোমেটিক

(ঘ) সংযোজন বিক্রিয়া

(২) বেনজিন ও অ্যাসিটিলিন উভয়ই নিচের যুত বিক্রিয়া দেয়-

(ক) প্রভাবকীয় H_2 সংযোজন (খ) HBr সংযোজন (গ) $HOCl$ সংযোজন (ঘ) Na ধাতুসহ বিক্রিয়া

৪। ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিন উভয় যৌগে π বন্ধন আছে। উভয় যৌগ পলিমার গঠন করে। এ সব তথ্য থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও-

(১) অ্যাসিটিলিনের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সত্য নয়?

(ক) অ্যাসিটিলিন অম্লধর্মী

(খ) বেনজিন অ্যাসিটিলিনের পলিমার

(গ) Na ধাতুসহ বিক্রিয়া

(ঘ) ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে।

(২) ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিনের পার্থক্যকরণে বিকারক হল-

(ক) অ্যামোনিয়া মিশ্রিত $AgNO_3$ (খ) Br_2 দ্রবণ (গ) $KMnO_4$ দ্রবণ (ঘ) $Ba(NO_3)_2$ দ্রবণ

৫। ইথাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের মোলার পরিমাণ ও তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে ইথিলিন গ্যাস ও ডাইমিথাইল ইথার তৈরি করা হয়। তথ্য মতে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও-

(১) ইথিলিন গ্যাস প্রস্তুতির বেলায় কোন্টি অপ্রয়োজনীয় ?

(ক) গাঢ় H_2SO_4

(খ) $C_2H_5OH : H_2SO_4$ (1mol : 2mol)

(গ) 160° তাপমাত্রা

(ঘ) প্রভাবক $Al_2(SO_4)_3$

(২) ডাই-ইথাইল ইথার প্রস্তুতিতে কোন্টি অপ্রয়োজনীয় ?

(ক) গাঢ় H_2SO_4

(খ) $C_2H_5OH : H_2SO_4$ (2 mol : 1mol)

(গ) তাপমাত্রা $140^\circ C$

(ঘ) পাতন প্রক্রিয়া

খ-৩ MCG এর উত্তরমালা :

১। (১) (ক), (২) (খ); ২। (১) (গ), (২) (ক); ৩। (১) (খ), (২) (ক);

৪। (১) (ঘ), (২) (ক); ৫। (১) (ঘ), (২) (ঘ);

**অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের
হ্যালোজেন জাতক**
**Halogen derivatives of Aliphatic and Aromatic
Hydrocarbons**

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সংজ্ঞা, প্রকারভেদ ও নামকরণ, এদের প্রস্তুতি ও ব্যবহার।
- ২। বন্ধন ও গঠনের ভিত্তিতে হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্ম।
- ৩। হ্যালোজেনো অ্যালকেনের বিক্রিয়া ক্রম, নিউক্লিওআকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল।
- ৪। অ্যারোমেটিক হ্যালোজেনো যৌগের সংজ্ঞা, নামকরণ, প্রস্তুতি ও ধর্ম।

উদ্দেশ্য (Objectives)

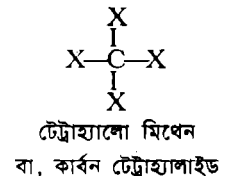
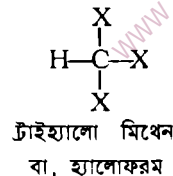
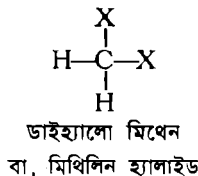
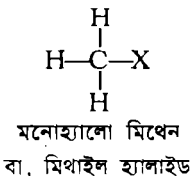
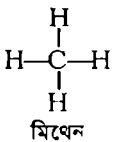
- ☞ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের হ্যালোজেন জাতকসমূহের নামকরণ, সমাণুতা, প্রস্তুতি ও ব্যবহার সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
- ☞ গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ওপর ভিত্তি করে হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্বন্ধে ধারণা লাভ।
- ☞ নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল সম্বন্ধে ধারণা লাভ।
- ☞ হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও পলিহ্যালোজেনো অ্যালকেনের বাণিজ্যিক ব্যবহার সম্বন্ধে ধারণা লাভ।

অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের হ্যালোজেন জাতক
Halogen derivatives of aliphatic hydrocarbons

৬.১ ভূমিকা (Introduction)

অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতক : অ্যালিফেটিক সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন অণু থেকে এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু সমসংখ্যক হ্যালোজেন যেমন, F, Cl, Br, I পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে যে যৌগসমূহ উৎপন্ন হয়, তাদেরকে হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত অ্যালকেন বা অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতক বলা হয়।

মিথেন (CH₄) অণু থেকে হ্যালোজেন দ্বারা হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপনের ফলে চার প্রকার হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত মিথেন বা মিথেনের হ্যালোজেন জাতক পাওয়া যায়। যেমন,



অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতকসমূহ প্রধানত দু'শ্রেণীতে বিভক্ত। যেমন, (১) মনোহ্যালোজেনো অ্যালকেন ও (২) পলিহ্যালোজেনো অ্যালকেন। মনোহ্যালোজেনো অ্যালকেনসমূহে একটি হ্যালোজেন পরমাণু এবং পলি-হ্যালোজেনো অ্যালকেনসমূহে দুই বা ততোধিক হ্যালোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে। হ্যালোজেন পরমাণুর সংখ্যা অনুসারে এদেরকে ডাইহ্যালো, ট্রাইহ্যালো, টেট্রাহ্যালো অ্যালকেন বলা হয়।

হ্যালোজেনো অ্যালকেন : একটি হ্যালোজেন পরমাণু যুক্ত অ্যালকেন বা মনোহ্যালোজেনো অ্যালকেনকে হ্যালোজেনো অ্যালকেন বলা হয়। পূর্বে মনোহ্যালোজেনো অ্যালকেনকে অ্যালকাইল হ্যালাইড (Alkyl halide) বলা হত। এদের সাধারণ সংকেত হল $R-X$ বা, $C_nH_{2n+1}X$ ।

উদাহরণ : (১) মিথাইল ক্লোরাইড বা, ক্লোরো মিথেন CH_3-Cl ।

(২) মিথাইল আয়োডাইড বা, আয়োডো মিথেন CH_3-I ।

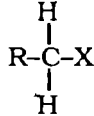
(৩) ইথাইল ক্লোরাইড বা, ক্লোরো ইথেন C_2H_5-Cl ।

৬.২ হ্যালোজেনো অ্যালকেনের শ্রেণীবিভাগ

Classification of halogeno alkanes

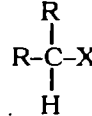
হ্যালোজেনো অ্যালকেন বা অ্যালকাইল হ্যালাইড তিন প্রকার। যেমন, প্রাইমারি (বা 1°), সেকেন্ডারি (বা 2°) ও টারসিয়ারি (বা 3°) হ্যালোজেনো অ্যালকেন। যেমন,

প্রাইমারি (1°)



1° হ্যালোজেনো অ্যালকেন

সেকেন্ডারি (2°)

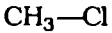


2° হ্যালোজেনো অ্যালকেন

টারসিয়ারি (3°)



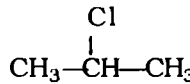
3° হ্যালোজেনো অ্যালকেন



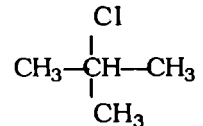
মিথাইল ক্লোরাইড (1°)
বা, ক্লোরো মিথেন



ইথাইল ব্রোমাইড (1°)
বা, ব্রোমো ইথেন



আইসোপ্রোপাইল ক্লোরাইড (2°)
বা, 2-ক্লোরো প্রোপেন



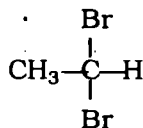
টারসিয়ারি বিউটাইল ক্লোরাইড (3°)
বা, 2-ক্লোরো -2-মিথাইল প্রোপেন

প্রাইমারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনে একযোজী $-CH_2X$ মূলক, সেকেন্ডারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনে দ্বিযোজী $>CHX$ মূলক এবং টারসিয়ারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনে ত্রিযোজী $>C-X$ মূলক যুক্ত থাকে।

৬.২.১ ডাইহ্যালোজেনো অ্যালকেনের শ্রেণীবিভাগ

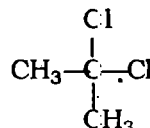
Classification of dihalogeno alkanes

দুটি হ্যালোজেন পরমাণু যুক্ত অ্যালকেন : অ্যালকেনের অণু থেকে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু দুটি হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে তখন উৎপন্ন যৌগকে ডাইহ্যালোজেনো অ্যালকেন বলা হয়। এদের সাধারণ সংকেত $C_nH_{2n}X_2$ । যখন একই কার্বন পরমাণুতে উক্ত দুটি হ্যালোজেন (একই গকার) যুক্ত থাকে; তখন তাকে অ্যালকিলিডিন হ্যালাইড (Alkylidene halide) বা জেম ডাইহ্যালাইড বলা হয়। (geminal, সংক্ষেপে gem = একই স্থান)। যেমন,



ইথিলিডিন ব্রোমাইড (জেম ডাইব্রোমাইড)

বা, 1, 1- ডাইব্রোমো ইথেন



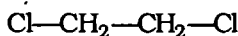
আইসো-প্রোপিলিডিন ক্লোরাইড (জেম ডাইক্লোরাইড)

বা, 2, 2- ডাইক্লোরো প্রোপেন

অ্যালকেন অণুর কার্বন শিকলের পাশাপাশি দুটি কার্বনে দুটি হ্যালোজেন পরমাণু যুক্ত হলে, তাকে অ্যালকিলিন

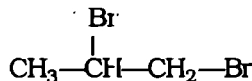
হ্যালাইড (Alkylene halide) বা ভিস্ ডাইহ্যালাইড বলা হয়। (vicinal, সংক্ষেপে vic = পাশাপাশি)।

ভিস্ ডাইহ্যালাইড যে অ্যালকিন থেকে উৎপন্ন হয়, তার নামানুসারে ডাইহ্যালাইডের নামকরণ হয়। যেমন,



ইথিলিন ডাইক্লোরাইড (ভিস ডাইক্লোরাইড)

বা, 1, 2-ডাইক্লোরো ইথেন



প্রোপিলিন ভিস্ ডাইব্রোমাইড

বা, 1, 2- ডাইব্রোমো প্রোপেন

৬.৩ ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতিতে নামকরণ

Naming of halogeno alkanes in IUPAC system

হ্যালোজেনো অ্যালকেনের নামকরণে দীর্ঘতম কার্বন শিকল গঠিত অ্যালকেনের জাতকরূপে গণ্য করা হয়।

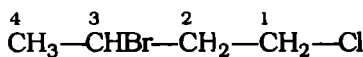
প্রতিস্থাপকসমূহকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যায় এবং হ্যালোজেন সদস্যকে ফ্লোরো (F), ক্লোরো (Cl), ব্রোমো (Br), আয়োডো

(I) শব্দ সহযোগে মূল অ্যালকেনের নামের আগে বসাতে হয়। হ্যালোজেনসমূহকে ইংরেজি নামের বর্ণমালার

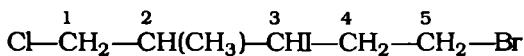
ক্রমানুসারে সাজাতে হয়।



2- ব্রোমো প্রোপেন



3-ব্রোমো - 1-ক্লোরো বিউটেন



5-ব্রোমো-1-ক্লোরো -3-আয়োডো -2- মিথাইল পেন্টেন

৬.৪ হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সমাণুতা

Isomerism of halogeno alkanes

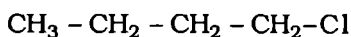
হ্যালোজেনো অ্যালকেনসমূহের কার্বন শিকলে হ্যালোজেন পরমাণুর ভিন্ন ভিন্ন অবস্থানের কারণে হ্যালোজেনো

অ্যালকেনসমূহ অবস্থান সমাণুতা এবং চেইন সমাণুতা প্রদর্শন করে।

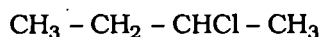
অবস্থান সমাণুতা সরল শিকল হ্যালোজেনো অ্যালকেনে ঘটে। তখন একই কার্বন শিকলের ভিন্ন ভিন্ন

অবস্থানে হ্যালোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে। অবস্থান সমাণুতার উদাহরণ হল 1-ক্লোরো বিউটেন ও 2-ক্লোরো

বিউটেন।

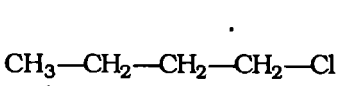


1- ক্লোরো বিউটেন



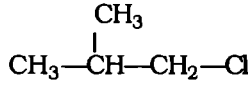
2-ক্লোরো বিউটেন

চেইন সমাণুতার বেলায় কার্বন শিকল শাখায়ুক্ত হয়। অর্থাৎ প্রাইমারি ও টারসিয়ারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনের মধ্যে চেইন সমাণুতা দেখা যায়। C_4H_9Cl আণবিক সংকেতের চেইন সমাণুতার উদাহরণ হল নিম্নরূপ :



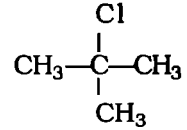
n-বিউটাইল ক্লোরাইড

বা, 1- ক্লোরো বিউটেন



iso- বিউটাইল ক্লোরাইড

বা, 1- ক্লোরো - 2- মিথাইল প্রোপেন



t-বিউটাইল ক্লোরাইড

বা, 2-ক্লোরো-2-মিথাইল প্রোপেন

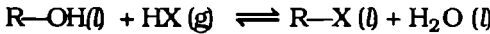
৬.৫ হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি

General methods of preparation of halogeno alkanes

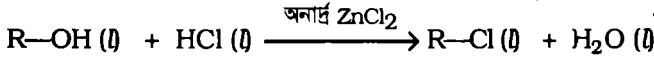
অ্যালকোহল, অ্যালকিন ও অ্যালকেন থেকে নিম্ন পদ্ধতিতে অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রস্তুত করা হয়।

১। অ্যালকোহল থেকে : অ্যালকোহল (R-OH) এর হাইড্রক্সিল মূলক (-OH) কে হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে হ্যালোজেনো অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। এজন্য হ্যালোজেন হাইড্রাসিড, ফসফরাস হ্যালাইড প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়।

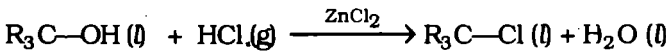
(ক) অ্যালকোহল ও হাইড্রোজেন হ্যালাইডের বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন হ্যালাইডের হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা অ্যালকোহল (-OH) মূলক প্রতিস্থাপিত হয়।



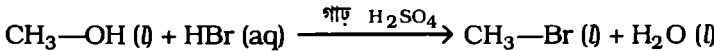
এ বিক্রিয়াটি উভমুখী। তাই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পানিকে অপসারণের জন্য নিরুদক পদার্থরূপে গাঢ় H_2SO_4 , অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইড ($ZnCl_2$) ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। অনার্দ্র $ZnCl_2$ লুইস এসিডরূপে কাজ করে।



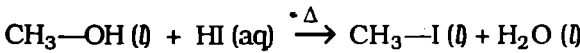
অ্যালকোহলের বিক্রিয়ার ক্রম হল $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$ । HX-এর বিক্রিয়ার ক্রম হল $HI > HBr > HCl$ । কম সক্রিয় HX কম সক্রিয় অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় নিরুদকরূপে $ZnCl_2$ এবং শক্তিশালী HX ব্যবহার করলে গাঢ় H_2SO_4 অধিক কার্যকরী হয়।



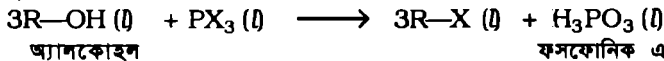
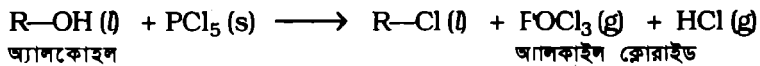
অ্যালকাইল ব্রোমাইড প্রস্তুতির ক্ষেত্রে 48% HBr ও গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা হয়।



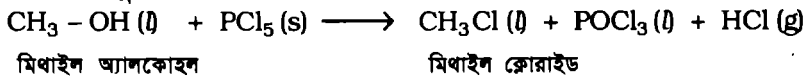
অ্যালকাইল আয়োডাইড প্রস্তুতির ক্ষেত্রে 57% এসিড (HI) ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে H_2SO_4 প্রয়োজন হয় না।



(খ) অ্যালকোহল ও ফসফরাস হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড (PCl_5) ব্যবহার করলে অতিরিক্ত উৎপাদনরূপে ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড ($POCl_3$) ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। কিন্তু ফসফরাস ট্রাইহ্যালাইড (PX_3) ব্যবহার করলে অতিরিক্ত উৎপাদনরূপে ফসফোনিক এসিড (H_3PO_3) উৎপন্ন হয়।

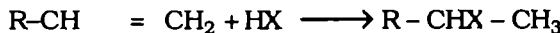


যেমন, মিথাইল অ্যালকোহলের সাথে ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় মিথাইল ক্লোরাইড, ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।

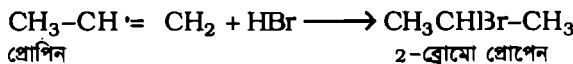


আবার ফসফরাস হ্যালাইড সরাসরি ব্যবহার না করে লাল ফসফরাস ও তরল ব্রোমিন বা আয়োডিন গুঁড়া যোগ করা হয়। তখন ফসফরাস ও ব্রোমিন বা আয়োডিন প্রথমে বিক্রিয়া করে ফসফরাস ট্রাই-ব্রোমাইড (PBr₃) বা ফসফরাস ট্রাইআয়োডাইড (PI₃) উৎপন্ন করে। শেষে এটি অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়ায় হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও ফসফরাস এসিড উৎপন্ন করে।

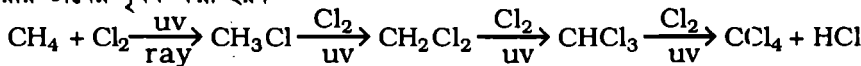
২। অ্যালকিন থেকে : সামান্য উষ্ণতায় অ্যালকিন ও HX এর যুক্ত বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রস্তুত করা যায়। HX-এর সক্রিয়তার ক্রম হল : HI > HBr > HCl > HF.



উদাহরণ :



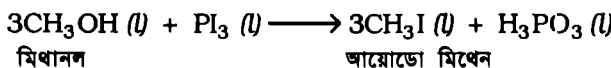
৩। অ্যালকেন থেকে : প্রায় 400 °C তাপমাত্রায় বা U/V রশ্মির উপস্থিতিতে অ্যালকেন ও হ্যালোজেন (Cl₂ বা Br₂) এর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল হ্যালাইড ও পলিহ্যালোজেন অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। আংশিক পাতন বিক্রিয়ায় তাদের পৃথক করা হয়।



৬.৫.১ পরীক্ষাগার পদ্ধতিতে CH₃I ও C₂H₅I প্রস্তুতি Laboratory method of CH₃I and C₂H₅I Preparation

(১) পরীক্ষাগারে আয়োডো মিথেন (CH₃I) প্রস্তুতি

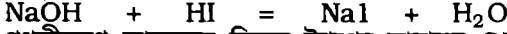
মূলনীতি : মিথানল ও লাল ফসফরাসের মিশ্রণে আয়োডিন গুঁড়া যোগ করে আয়োডো মিথেন প্রস্তুত করা হয়। প্রথমে ফসফরাস ও আয়োডিনের বিক্রিয়ায় ফসফরাস ট্রাইআয়োডাইড উৎপন্ন হয়। পরে তা মিথানলের সাথে বিক্রিয়া করে আয়োডোমিথেন ও ফসফরাস এসিড (H₃PO₃) উৎপন্ন করে।



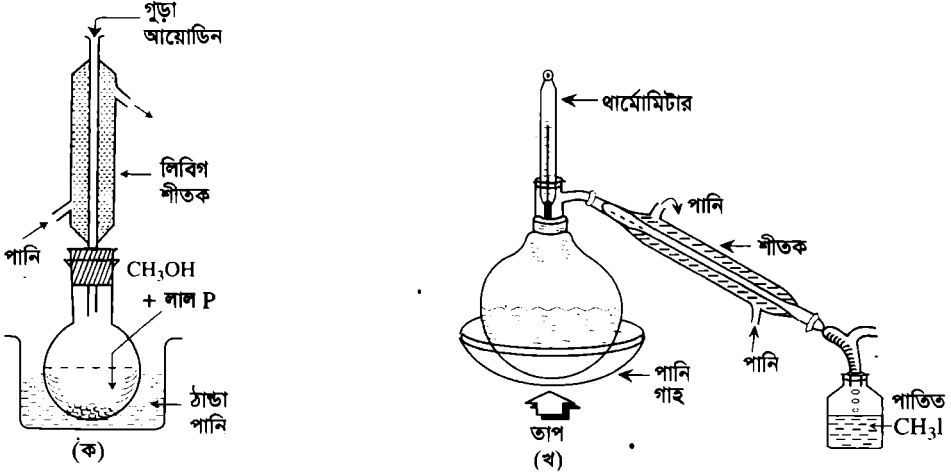
বর্ণনা : একটি ফ্লাস্কে মিথানল ও লাল ফসফরাস নিয়ে এর মুখে ঝাঁড়াভাবে লিবিগ-শীতক যুক্ত করা হয়। তারপর প্রয়োজনীয় আয়োডিন গুঁড়া শীতকের মুখ দিয়ে যোগ করা হয়, চিত্র ৬.১। [ভর অনুপাতে CH₃OH : P : I₂ = 31 : 10 : 123 হিসেবে]। প্রথমে লাল ফসফরাস ও আয়োডিনের বিক্রিয়ায় PI₃ উৎপন্ন হয়, তখন বেশ তাপ সৃষ্টি হয়। উৎপন্ন তাপে মিথানল (স্ফুটনাঙ্ক 65°C) বাষ্পে পরিণত হতে পারে। এ জন্য ফ্লাস্কের মুখে লিবিগ শীতক এবং ফ্লাস্কটিকে ঠান্ডা পানিতে ডুবিয়ে রাখা হয়। শেষের বিক্রিয়াটি ধীর গতিসম্পন্ন, তাই কক্ষতাপমাত্রায় প্রায় ২০ ঘণ্টা মিশ্রণটিকে রাখা হয়।

পানিগাহের ওপর মিশ্রণটিকে রেখে তাকে উত্তপ্ত করে উৎপন্ন আয়োডোমিথেনকে পাতিত করা হয়। পাতিত আয়োডোমিথেন (CH₃I) এর সাথে ভেজালরূপে আয়োডিন, হাইড্রোজেন আয়োডাইড (HI) ও CH₃OH মিশ্রিত থাকে।

বিশোধন : মিশ্রণটিকে লঘু NaOH সহ পৃথকীকরণ ফানেলে নিয়ে ঝাঁকিয়ে নেয়া হয়। তখন NaOH দ্রবণের সাথে আয়োডিন ও HI বিক্রিয়া করে সোডিয়াম লবণ রূপে ওপরের জলীয় স্তরে দ্রবীভূত থাকে এবং CH₃I ভারী তৈলাক্ত স্তররূপে নিচে আলাদা হয়ে পড়ে।



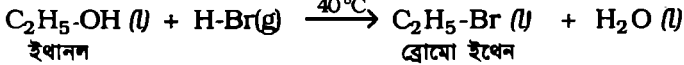
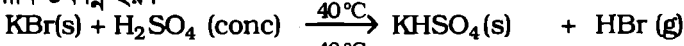
পৃথকীকরণ ফানেলের নিচের ট্যাপের সাহায্যে CH₃I এর ভারী স্তর আলাদা করা হয়। শেষে নিরুদক CaCl₂ সহ CH₃I কে 42.3°C তাপমাত্রায় পাতন করলে বিশুদ্ধ আয়োডোমিথেন পাওয়া যায়।



চিত্র ৬.১ : আয়োডো মিথেন প্রস্তুতি।

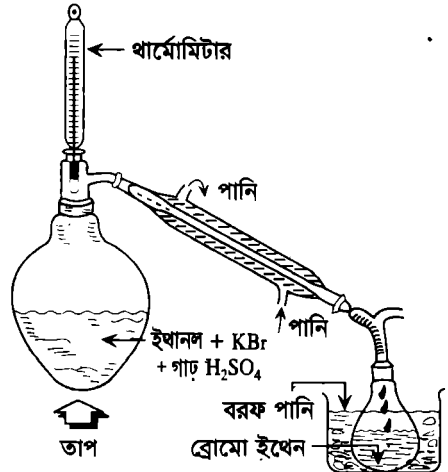
(২) পরীক্ষাপারে ব্রোমো ইথেন প্রস্তুতি

মূলনীতি : ইথানল, পটাশিয়াম ব্রোমাইড ও গাঢ় H₂SO₄ এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে ব্রোমো ইথেন উৎপন্ন হয়। প্রথমে KBr ও গাঢ় H₂SO₄ এর বিক্রিয়ায় HBr ও KHSO₄ উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন HBr ও ইথানলের বিক্রিয়ায় ব্রোমো ইথেন ও পানি উৎপন্ন হয়।



বর্ণনা : একটি ফ্লাস্কে ইথানল, KBr ও গাঢ় H₂SO₄ প্রয়োজন মত নিয়ে [ভর অনুপাতে 46 : 120 : 100] চিত্র ৬.২ মতে ফ্লাস্কের মুখে থার্মোমিটার ও লিবিগ-শীতক যুক্ত করা হয়। শীতকের শেষ প্রান্তে গ্রাহক-পাত্র যুক্ত করে বরফ পানিতে অর্ধনিমজ্জিত অবস্থায় রাখা হয়। তারপর ফ্লাস্কের মিশ্রণটিকে ধীরে ধীরে প্রায় 40°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়, তখন বিক্রিয়া ঘটে। উৎপন্ন ব্রোমো ইথেন পাতিত হয়ে গ্রাহক পাত্রে জমা হয়। পাতিত তরল ব্রোমো ইথেনে পানি, C₂H₅OH ও HBr ভেজাল থাকে।

বিশোধন : মিশ্রণটিকে লঘু NaOH-সহ ঝাঁকিয়ে পৃথকীকরণ ফানেল দ্বারা C₂H₅Br এর ভারী স্তরকে পৃথক করা হয়। শেষে C₂H₅Br কে CaCl₂ সহ পাতন করলে 38.1°C তাপমাত্রায় পাতিত তরলরূপে বিশুদ্ধ C₂H₅Br পাওয়া যায়।



চিত্র ৬.২ : ব্রোমো ইথেন প্রস্তুতি।

(b.p 38.1°C)

৬.৬ হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ভৌত ধর্ম

Physical properties of halogeno alkanes

১। ভৌত অবস্থা, বর্ণ, গন্ধ : নিম্নতর হ্যালোজেনো অ্যালকেন যেমন, CH_3F , CH_3Cl , CH_3Br , $\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ইত্যাদি সাধারণ অবস্থায় গ্যাসীয় এবং CH_3I সহ C_{18} পর্যন্ত অন্য সব সদস্য তরল। বিশুদ্ধ অবস্থায় এরা বর্ণহীন। কিন্তু মিষ্ট স্বাদ গন্ধযুক্ত হয়। C_{18} এর উর্ধ্বে সব সদস্য গন্ধহীন কঠিন পদার্থ।

২। উষ্ণীয়তা : কার্বন ও হ্যালোজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হল $\text{F} = 4.0$, $\text{Cl} = 3.0$, $\text{Br} = 2.8$, $\text{I} = 2.5$ এবং $\text{C} = 2.5$ । সুতরাং $\text{C}-\text{F}$, $\text{C}-\text{Cl}$ বন্ধনের বেশ পোলারিটি ঘটে। ফলে পাশাপাশি অণুসমূহের মধ্যে ডাইপোল আকর্ষণ কাজ করে। সুতরাং অণুগুলোকে পৃথক করতে তাপশক্তির প্রয়োজন। তাই সমআণবিক ভরের অ্যালকেনের তুলনায় ফ্লোরো অ্যালকেন ও ক্লোরো অ্যালকেনের স্ফুটনাঙ্ক বেশি হয়।

কিন্তু ব্রোমো অ্যালকেন ও আয়োডো অ্যালকেনের বেলায় ভিন্ন অবস্থা হয়। কারণ একটি ব্রোমিন পরমাণুর ভর ছয়টি $-\text{CH}_2-$ মূলকের ভরের প্রায় সমান। তাই একই আণবিক ভরের একটি ব্রোমো অ্যালকেনের আয়তন কম। অণুর আয়তন কম হলে এদের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণও কম হয় এবং এদের স্ফুটনাঙ্কও কম হয়। তাই ব্রোমো অ্যালকেন ও আয়োডো অ্যালকেন এর স্ফুটনাঙ্ক এদের সমআণবিক ভরের অ্যালকেন অপেক্ষা কম হয়।

$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{F} \\ \downarrow \\ \text{Cl} \\ \downarrow \\ \text{Br} \\ \downarrow \\ \text{I} \end{array}$	CH_3F এর স্ফুটনাঙ্ক -14.2°C	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{গ্যাস}$	$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{F} \\ \downarrow \\ \text{Cl} \\ \downarrow \\ \text{Br} \\ \downarrow \\ \text{I} \end{array}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ এর স্ফুটনাঙ্ক 38.1°C	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{তরল}$
	CH_3Cl এর স্ফুটনাঙ্ক -24.0°C			CH_3I এর স্ফুটনাঙ্ক 42.3°C	
	CH_3Br এর স্ফুটনাঙ্ক 4.6°C			$\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$ এর স্ফুটনাঙ্ক 46.4°C	
	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ এর স্ফুটনাঙ্ক 13.1°C			$\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ এর স্ফুটনাঙ্ক 101.6°C	

৩। দ্রাব্যতা : এরা হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টি না করায় পানিতে কম দ্রবণীয়, কিন্তু জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়।

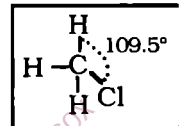
৪। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে 'ড্যানডার ওয়ালস বল' বৃদ্ধি পাওয়ায় হ্যালোজেনো অ্যালকেনের স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়। এদের স্ফুটনাঙ্ক ক্রম হল $\text{RI} > \text{RBr} > \text{RCl} > \text{RF}$ ।

৫। আঃ গুরুত্ব : আয়োডাইড ও ব্রোমাইডসমূহ পানি অপেক্ষা ভারী, কিন্তু ফ্লোরাইড ও ক্লোরাইডসমূহ পানি অপেক্ষা হাল্কা। আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে আঃ ঘনত্ব সাধারণত হ্রাস পায়।

৬.৭ হ্যালোজেনো অ্যালকেনের বন্ধন প্রকৃতি

Nature of bond of halogeno alkanes

(১) বন্ধন প্রকৃতি : অ্যালকাইল হ্যালাইড বা হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সব বন্ধন σ বন্ধন। এক্ষেত্রে কার্বন পরমাণু sp^3 সংকরীকৃত অবস্থায় আছে। উদাহরণস্বরূপ CH_3Cl এর বেলায়, কার্বনের তিনটি sp^3 সংকর অরবিটাল তিনটি H পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের সাথে সামনাসামনি অধিক্রমণ দ্বারা তিনটি $\text{C}-\text{H}$ সিগমা বন্ধন গঠন করেছে এবং কার্বনের অবশিষ্ট সংকর অরবিটাল Cl পরমাণুর $3p_z^1$ অরবিটালের সাথে সামনাসামনি অধিক্রমণ দ্বারা σ বন্ধন গঠন করেছে। তাই CH_3Cl এর গঠন চতুস্তলকীয় এবং বন্ধন কোণ $\text{H}-\text{C}-\text{Cl}$ হলে 109.5° বা $109^\circ 28'$



(২) সক্রিয়তা : বন্ধন প্রকৃতির ওপর যৌগের সক্রিয়তা নির্ভর করে। হ্যালোজেনো অ্যালকেন বেশ সক্রিয়। এদের সক্রিয়তা দুটি শর্তের ওপর নির্ভর করে। যেমন,

(i) C ও X এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা বা $\text{C}-\text{X}$ বন্ধনের পোলারায়ন বা মেবুকরণ ও

(ii) $\text{C}-\text{X}$ বন্ধন শক্তি বা বন্ধন এন্থালপি।

(i) $\text{C}-\text{X}$ বন্ধনের পোলারায়ন : কার্বন ও হ্যালোজেনসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হল $\text{C} = 2.5$, $\text{I} = 2.5$, $\text{Br} = 2.8$, $\text{Cl} = 3.0$, $\text{F} = 4.0$ । এতে বোঝা যায় $\text{C}-\text{I}$ বন্ধন ছাড়া অন্যান্য $\text{C}-\text{X}$ বন্ধন কম বেশি পোলারিত হয়ে থাকে। যেমন, $\overset{\delta+}{\text{C}}-\overset{\delta-}{\text{X}}$ । হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন পরমাণুকে ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল সহজে আক্রমণ করতে পারে। ঋণাত্মক আয়ন যেমন, OH^- ও CN^- এবং নিঃসজ্জা ইলেকটন যুগলবিশিষ্ট যৌগ যেমন, NH_3 ও H_2O ইত্যাদি নিউক্লিওফাইলরূপে কাজ করে। নিউক্লিওফাইল (Z) নিম্নরূপে আক্রমণ করে বিক্রিয়া

ঘটায় এবং প্রতিস্থাপিত স্থায়ী হ্যালাইড আয়ন (X^-) উৎপন্ন হয়। সুতরাং হ্যালোজেনো অ্যালকেন নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়।

(ii) $C-X$ বন্ধন এনথালপি : উল্লেখ্য $C-X$ এর বন্ধন যতই সহজে ভেঙে যাবে, ততই বিক্রিয়া সহজে ঘটবে। কার্বন ও হ্যালোজেনসমূহের সমযোজী বন্ধন এনথালপি বা বন্ধন শক্তি মোটামুটিভাবে নিম্নরূপ (kJmol^{-1} এককে):
 $C-F = 467$, $C-Cl = 346$, $C-Br = 290$ এবং $C-I = 228$ ।

বন্ধন শক্তির পার্থক্যের কারণ : সবচেয়ে শক্তিশালী বন্ধন গঠন তখনই সম্ভব, যখন উভয় পরমাণুর একই শক্তিস্তরের অরবিটাল-অরবিটালের মধ্যে অধিক্রমণ ঘটে। $C-F$ বন্ধন গঠনের বেলায় কার্বনের $2sp^3$ হাইব্রিড অরবিটাল ও ফ্লোরিনের $2p_z$ অরবিটালের অধিক্রমণ ঘটেছে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে উভয় পরমাণুর ২য় শক্তিস্তরের অরবিটালের মধ্যে সর্বাধিক পরিমাণে অধিক্রমণ ঘটেছে। এজন্য $C-F$ বন্ধন সবচেয়ে অধিক শক্তিশালী। কিন্তু $C-Cl$, $C-Br$ ও $C-I$ এর কার্বনের $2sp^3$ হাইব্রিড অরবিটালের সাথে ভিন্ন ভিন্ন প্রধান শক্তিস্তরের অরবিটাল যেমন, যথাক্রমে $3p_z$, $4p_z$, $5p_z$ এর অধিক্রমণ ঘটেছে। এসব ক্ষেত্রে অরবিটালের মধ্যে কম পরিমাণ অধিক্রমণ ঘটে। তাই তাদের বন্ধন শক্তি কম।

অতএব $R-X$ সদস্যদের বন্ধন বিয়োজন ক্রম হল নিম্নরূপ :

যেমন, $C-I > C-Br > C-Cl > C-F$

আবার বিদায়ী প্রতিস্থাপিত হ্যালাইড আয়নের স্থায়িত্বের ওপর বিক্রিয়ার গতি নির্ভর করে। হ্যালাইড আয়ন (X^-) এর স্থায়িত্ব হল নিম্নরূপ : যেমন,

$F^-(aq) > Cl^-(aq) > Br^-(aq) > I^-(aq)$

উপরিউক্ত দুটি শর্ত বা ফ্যাক্টর পরস্পর বিপরীত। এরপরও $C-F$ বন্ধন শক্তি (467 kJmol^{-1}) খুব বেশি হওয়ায় ফ্লোরো অ্যালকেন খুবই নিষ্ক্রিয়। নিউক্লিওফাইলের প্রতি অন্যান্য হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সক্রিয়তা ক্রম নিম্নরূপ। যেমন,

$R-I > R-Br > R-Cl$

হ্যালোজেনো অ্যালকেনে নিউক্লিওফাইল দ্বারা অপসারণ বিক্রিয়াও ঘটে থাকে। তখন RCH_2CH_2X অণু থেকে HX অপসারিত হয়ে অ্যালকিন ($RCH=CH_2$) উৎপন্ন হয়ে থাকে। $R-X$ এর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অণু গ্রহণকারী নিউক্লিওফাইল [যেমন, OH^-] হল কার্বন। $R-X$ এর সাথে নিউক্লিওফাইলের আক্রমণের ফলে প্রতিস্থাপন ও অপসারণ এ দু'প্রকার বিক্রিয়া ঘটতে পারে। তখন উভয় প্রকার বিক্রিয়ার মধ্যে প্রতিযোগিতা চলে।

৬.৮ হ্যালোজেনো অ্যালকেনের রাসায়নিক বিক্রিয়া

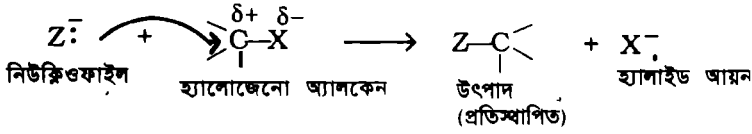
Chemical reactions of halogeno alkanes

সক্রিয়তা (Reactivity) : হ্যালোজেনো অ্যালকেন (RCH_2-X) এর $C-X$ বন্ধনটি আংশিক পোলারিত $\delta^+ \delta^-$ ($C-X$) হয় এবং এদের মধ্যে $C-I$ বন্ধন শক্তি (228 kJmol^{-1}) সবচেয়ে কম। তাই আরোডো অ্যালকেন সবচেয়ে বেশি সক্রিয় হয়। উল্লেখ্য $C-Br$ বন্ধন শক্তি 290 kJmol^{-1} , $C-Cl$ এর বন্ধন শক্তি 346 kJmol^{-1} এবং $C-F$ এর বন্ধন শক্তি 467 kJmol^{-1} হওয়ায় ফ্লোরো অ্যালকেন ($R-F$) প্রায় নিষ্ক্রিয়। হ্যালোজেনো অ্যালকেনের বিক্রিয়াসমূহকে নিম্নোক্ত তিন শ্রেণীতে আলোচনা করা হল :

- (১) কেন্দ্রাকর্ষী বা নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া
- (২) নিউক্লিওফাইলের প্রভাবে β (বিটা) অপসারণ বিক্রিয়া
- (৩) ধাতুর সাথে বিক্রিয়া।

৬.৮.১ কেন্দ্রাকর্ষী বা নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া Nucleophilic substitution reaction

হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ($R-\overset{\delta+}{C}H_2-\overset{\delta-}{X}$) আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বনকে কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বা নিউক্লিওফাইল (যেমন, ইলেকট্রন সমৃদ্ধ আয়ন ও প্রশম অণু) আক্রমণ করে: ফলে হ্যালাইড আয়ন (X^-) কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বা নিউক্লিওফাইল দ্বারা $R-X$ এর হ্যালোজেন পরমাণুর হ্যালাইড আয়নরূপে পরিণত হওয়ার বিক্রিয়াকে কেন্দ্রাকর্ষী বা নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (S_N) বলা হয়। এরূপ বিক্রিয়াকে নিম্নরূপে দেখান হয় :



এখানে নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী আক্রমণকারী বিকারক $Z^- = :OH, :OR, :CN, RCOO^-, :NH_3, :NH_2-R$ ইত্যাদি।

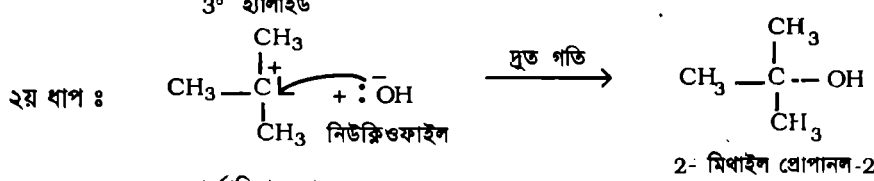
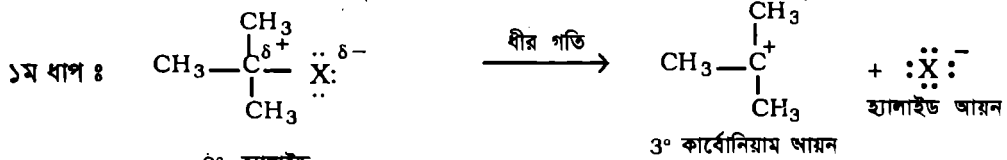
কেন্দ্রাকর্ষী বা নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার শ্রেণীবিভাগ : রাসায়নিক গতিতত্ত্বে হ্যালোজেনো অ্যালকেনে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (S_N) বিক্রিয়াকে দু' শ্রেণীতে আলোচনা করা হয়। যেমন, (১) এক আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (S_{N1}) এবং (২) দ্বিআণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (S_{N2})

এক-আণবিক (**unimolecular**) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বা S_{N1} এর মেকানিজম :

সংজ্ঞা : একটি মাত্র বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার ওপর কোন নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার গতি নির্ভরশীল হলে এরূপ বিক্রিয়াকে এক আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_{N1}) বলে।

বৈশিষ্ট্য : (১) এ বিক্রিয়া দু' ধাপে ঘটে, (২) 3° -হ্যালাইডের ক্ষেত্রে S_{N1} বিক্রিয়া সহজে ঘটে, (৩) পোলার দ্রাবকে S_{N1} সহজে ঘটে, (৪) এক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি ১ম ক্রম হয়।

উদাহরণ ও মেকানিজম : জলীয় দ্রবণে 3° অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে 3° -অ্যালকোহল প্রস্তুতি : প্রথম ধাপে 3° হ্যালাইড $R-X$ অণুটি ধীরে ধীরে বিয়োজিত হয়ে 3° কার্বোনিয়াম আয়ন ও হ্যালাইড আয়ন গঠন করে। দ্বিতীয় ধাপে ঐ কার্বোনিয়াম আয়ন দ্রুত নিউক্লিওফাইল যেমন, ($:OH$) এর সঙ্গে যুক্ত হয়।



কার্বোনিয়াম আয়ন গঠন ও এদের স্থায়িত্ব RX -এর সক্রিয়তার ওপর নির্ভরশীল। RX এর সক্রিয়তার ক্রম হল নিম্নরূপ :

যেমন, $3^\circ RX > 2^\circ RX > 1^\circ RX > CH_3X$.

১ম ধাপের বিক্রিয়া দ্বারা এ বিক্রিয়ার গতি (rate) নির্ধারিত হয়। তাই শুধুমাত্র হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ঘনমাত্রার ওপর বিক্রিয়ার গতি নির্ভরশীল। এরূপ (S_{N1}) বিক্রিয়ার মেকানিজমে (১) কার্বোনিয়াম আয়ন গঠনই বিক্রিয়ার গতি নির্ধারক ধাপ।

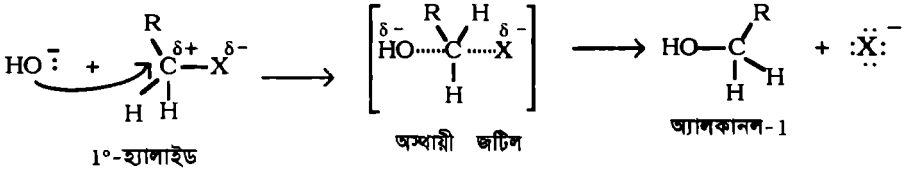
(২) আবার S_{N1} বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনিক ফেক্টর (electronic factors) বিক্রিয়ার গতি নির্ধারণ করে। অর্থাৎ শাখাযুক্ত অ্যালকাইল হ্যালাইড S_{N1} বিক্রিয়া সহজে দিয়ে থাকে।

দ্বিআণবিক (bimolecular) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বা S_N2 এর মেকানিজম :

সংজ্ঞা : প্রথম বিক্রিয়ক যেমন, RX ও দ্বিতীয় বিক্রিয়ক যেমন নিউক্লিওফাইল (NH_3 বা, OH^-) এ উভয়ের ঘনমাত্রার ওপর যে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার গতি নির্ভরশীল এরূপ বিক্রিয়াকে দ্বিআণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_N2) বলে।

বৈশিষ্ট্য : (১) এ বিক্রিয়া এক ধাপে ঘটে, (২) বিক্রিয়ার গতি হ্যালোজেনো অ্যালকেন (RX) ও আক্রমণকারী নিউক্লিওফাইল (HO^-) উভয়ের ঘনমাত্রার ওপর নির্ভরশীল। (৩) 1° হ্যালাইডের ক্ষেত্রে S_N2 বিক্রিয়া সহজে ঘটে। (৪) এক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি দ্বিতীয় ক্রম (second order) হয়ে থাকে।

উদাহরণ ও মেকানিজম : S_N2 বিক্রিয়ার মেকানিজমের বেলায় কার্যকরী সংঘর্ষের জন্য অ্যালকাইল হ্যালাইড অণুর ত্রিমাত্রিক গঠনে কার্বনের যে পার্শ্বে X -পরমাণু থাকে এর বিপরীত দিক থেকে নিউক্লিওফাইল (HO^-) আক্রমণ করে থাকে। যেমন,



$R-X$ এর আংশিক ধনাত্মক কার্বন ($C^{\delta+}$) এর দিকে নিউক্লিওফাইল (HO^-) যতই অগ্রসর হতে থাকে, ততই নিউক্লিওফাইল ও ঐ কার্বনের সঙ্গে একটি নতুন বন্ধন গড়ে উঠতে থাকে এবং কার্বন ও হ্যালোজেনের মধ্যের পূর্বের বন্ধন ভাঙতে থাকে। এক পর্যায়ে ঐ কার্বনের সঙ্গে যুক্ত তিনটি পরমাণু বা মূলক নিউক্লিওফাইল ও হ্যালোজেন পরমাণুর উভয়ের প্রভাবে একই সমতলে এসে অস্থায়ী জটিল গঠন করে। এ অবস্থায় X পরমাণু ও নিউক্লিওফাইল (HO^-) উভয়েই আংশিক ঋণাত্মক চার্জ (δ^-) লাভ করে। শেষে কার্বন-হ্যালোজেন বন্ধন সম্পূর্ণরূপে বিচ্ছিন্ন হয়ে হ্যালাইড আয়ন ($:X^-$) উৎপন্ন করে এবং নিউক্লিওফাইল (HO^-) ঐ কার্বনের সঙ্গে পূর্ণভাবে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়। ফলে কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত অপর তিন পরমাণু বা মূলক বড়ে উল্টানো ছাতার মত উল্টে গিয়ে নতুন ত্রিমাত্রিক গঠন লাভ করে।

S_N2 বিক্রিয়ার নিয়ন্ত্রক হল RX এর প্রকৃতি। অধিক শাখায়ুক্ত অ্যালকাইল হ্যালাইড S_N2 বিক্রিয়াকে বাধা দেয়। তাই S_N2 বিক্রিয়ার $R-X$ এর সক্রিয়তার ক্রম হল নিম্নরূপ। যেমন,



S_N1 ও S_N2 বিক্রিয়ার তুলনা :

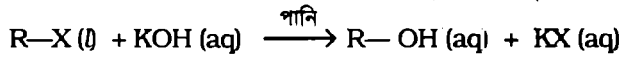
- (১) বিক্রিয়ার ধাপ : S_N1 এর বেলায় দুই ধাপে বিক্রিয়া ঘটে। প্রথমে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয় এবং পরে নিউক্লিওফাইল যুক্ত হয়ে 'উৎপাদ' গঠন করে। S_N2 এর বেলায় এক ধাপে বিক্রিয়া ঘটে। এক্ষেত্রে অস্থায়ী জটিল গঠিত হয়। এতে নিউক্লিওফাইল ও হ্যালোজেন পরমাণু উভয়তে আংশিক ঋণাত্মক চার্জ (δ^-) সৃষ্টি হয়।
- (২) RX -এর প্রকৃতি : S_N1 এর বেলায় RX এর সক্রিয়তার ক্রম হল $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ > CH_3X$ । কিন্তু S_N2 এর বেলায় সক্রিয়তার ক্রম হল এর বিপরীত $CH_3X > 1^\circ > 2^\circ > 3^\circ R-X$ ।



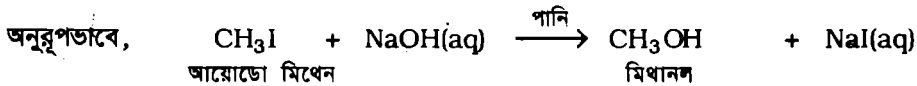
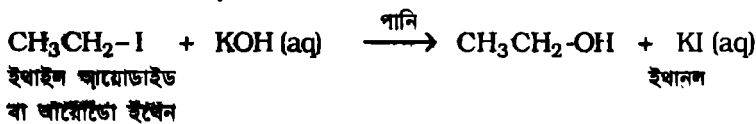
- (৩) বিক্রিয়ার ক্রম : S_N1 বিক্রিয়া প্রথম ক্রম (first order) বিক্রিয়া এবং S_N2 বিক্রিয়া দ্বিতীয় ক্রম (second order) বিক্রিয়া হয়।
- (৪) বিক্রিয়ার ফেটর : S_N1 এর গতির মূলে রয়েছে ইলেকটনিক ফেটর বা অধিক শাখায়ুক্ত কার্বন শিকল, কিন্তু S_N2 এর গতির মূলে রয়েছে steric factor বা ত্রিমাত্রিক স্থানিক বাধা। 1° হ্যালাইডের বেলায় ত্রিমাত্রিক স্থানিক বাধা কম, তাই S_N2 বিক্রিয়া অধিক ঘটে।
- (৫) নিউক্লিওফাইলের ঘনমাত্রা : নিউক্লিওফাইলের ঘনমাত্রা বেশি হলে S_N2 মেকানিজম এবং ঘনমাত্রা কম হলে S_N1 মেকানিজম অনুসৃত হয়।
- (৬) দ্রাবকের প্রকৃতি : অধিক পোলার দ্রাবকে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি সহজতর হয় বলে পোলার দ্রাবকে S_N1 মেকানিজম এবং ননপোলার দ্রাবকে S_N2 মেকানিজম ঘটে।
- (৭) নিউক্লিওফাইলের প্রকৃতি : সবল নিউক্লিওফাইল S_N2 এবং দুর্বল নিউক্লিওফাইল S_N1 মেকানিজমের গতি নিয়ন্ত্রণ করে। যেমন, নিউ-পেন্টাইল ব্রোমাইড সবল নিউক্লিওফাইল ইথোক্সাইড (EtO^-) এর সঙ্গে S_N2 মেকানিজম, কিন্তু দুর্বল নিউক্লিওফাইল যেমন, পানি ও ইথানল ($EtOH$) এর সঙ্গে S_N1 মেকানিজম অনুসরণ করে। শক্তিশালী ক্ষার EtO^- দ্বারা RX থেকে X পরমাণু সহজেই বিতাড়িত হয়। কিন্তু দুর্বল ক্ষার $EtOH$ তা পারে না বলে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টির জন্যে অপেক্ষা করে।

নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াসমূহ

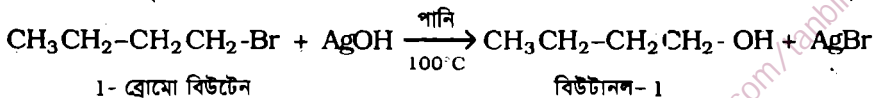
১। হাইড্রক্সি মূলক ($-OH$) দ্বারা X -এর প্রতিস্থাপন : ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ : শক্তিশালী ক্ষার KOH অথবা $NaOH$ এর জলীয় দ্রবণ (aq. KOH) বা ফুটন্ত পানিতে ভাসমান সিলভার অক্সাইড দ্বারা হ্যালোজেনো অ্যালকেন ক্ষারীয় বিশ্লেষিত হয়ে অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে হ্যালোজেন পরমাণু $-OH$ মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



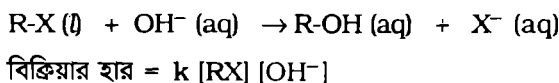
১ (ক)। প্রাইমারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ক্ষারীয় আর্দ্রবিশ্লেষণ : আয়োডো ইথেন বা ইথাইল আয়োডাইডের সাথে জলীয় KOH এর বিক্রিয়ায় ইথানল বা ইথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



1-ব্রোমো বিউটেনকে ফুটন্ত পানিতে ভাসমান সিলভার অক্সাইডসহ উত্তপ্ত করলে বিউটানল উৎপন্ন হয়।

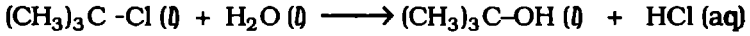


বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণিত হয়েছে যে, প্রাইমারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ হল একটি 'দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়া'। অর্থাৎ এ বিক্রিয়ার হার উভয় বিক্রিয়কের মোলার ঘনমাত্রার ওপর নির্ভর করে।

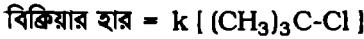


এখানে $[RX]$ ও $[OH^-]$ দ্বারা $R-OH$ ও OH^- এর মোলার ঘনমাত্রা বোঝায় এবং k হল একটি ধ্রুবক।

১(খ) টারসিয়ারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনের জলীয় দ্রবণে আর্দ্রবিপ্লবণ : কেবল জলীয় দ্রবণে ৩° হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটেতে পারে। এরূপ একটি উদাহরণ হল ২- ক্লোরো -২- মিথাইল প্রোপেন এর আর্দ্র বিশ্লেষণ। এক্ষেত্রে কার দ্রবণের প্রয়োজন হয় না; কক্ষতাপমাত্রায় ৪৫% জলীয় ইথানল দ্বারা ৩° হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটে থাকে। এখানে কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক হল নিরপেক্ষ পানি ($H_2\ddot{O}$) অণু।

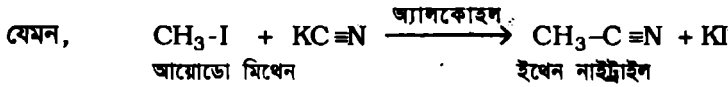
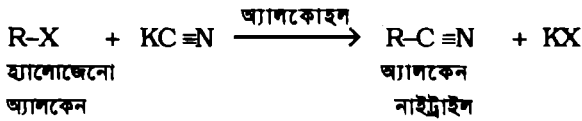


পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয়েছে যে, হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ঘনমাত্রার সাপেক্ষে এটা হল প্রথম ক্রম বিক্রিয়া

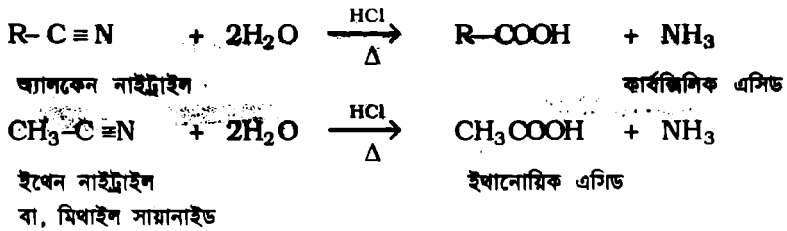


১ (গ)। সেকেন্ডারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আর্দ্রবিপ্লবণ : হ্যালোজেনো অ্যালকেনের প্রকৃতি ও দ্রাবকের ওপর নির্ভর করে সেকেন্ডারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রাইমারি ও টারসিয়ারি হ্যালোজেনো অ্যালকেনের মিশ্র গতিপথ অনুসরণ করে।

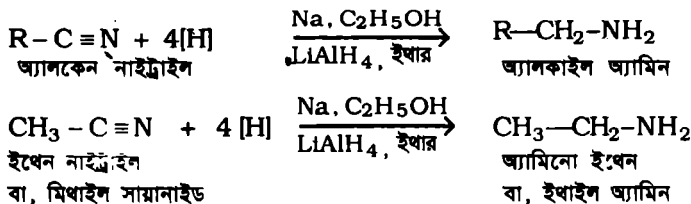
২। সায়ানাইড মূলক ($-CN$) দ্বারা প্রতিস্থাপন : অ্যালকাইল সায়ানাইড বা অ্যালকোহলে দ্রবীভূত পটাসিয়াম সায়ানাইড (KCN) এর সঙ্গে হ্যালোজেনো অ্যালকেনকে উত্তপ্ত করলে অ্যালকাইল সায়ানাইড (বা অ্যালকেন নাইট্রাইল) উৎপন্ন হয়।



(১) অ্যালকাইল সায়ানাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ : অ্যালকেন নাইট্রাইলকে যেমন, মিথাইল সায়ানাইড বা ইথেন নাইট্রাইলকে লঘু HCl দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে।

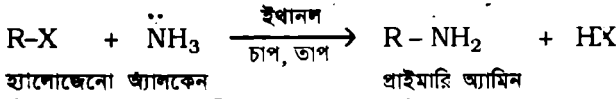


(২) অ্যালকাইল সায়ানাইডের বিজারণ : অ্যালকেন নাইট্রাইলকে জায়মান হাইড্রোজেন অথবা $LiAlH_4$ ও ইথার মিশ্রণ দ্বারা বিজারিত করলে অ্যালকাইল অ্যামিন উৎপন্ন করে। সোডিয়াম ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ থেকে উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন এক্ষেত্রে বিজারণে ব্যবহৃত হয়।

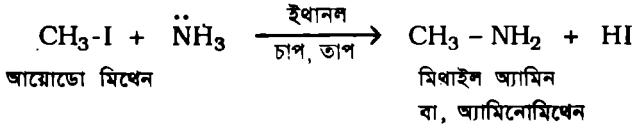


৫। অ্যামিনো যুক্ত ($-NH_2$) দ্বারা প্রতিস্থাপন : অ্যামিন সংশ্লেষণ : অধিক চাপে হ্যালোজেনো অ্যালকেন

ও ইথানলে দ্রবীভূত অ্যামোনিয়ার মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে প্রাইমারি (1°) অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



যেমন, আয়োডোমিথেনকে ইথানলে দ্রবীভূত NH_3 সহ অধিক চাপে উত্তপ্ত করলে অ্যামিনো মিথেন উৎপন্ন হয়।

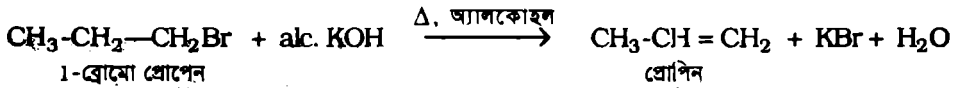
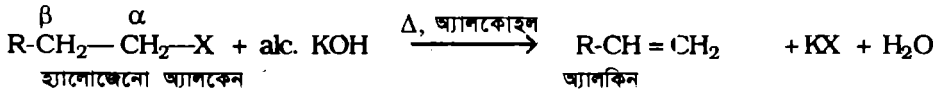


অতিরিক্ত হ্যালোজেনো অ্যালকেন ব্যবহারে সেকেন্ডারি, টারসিয়ারি অ্যামিনসহ কোয়াটারনারি লবণও উৎপন্ন হয়।

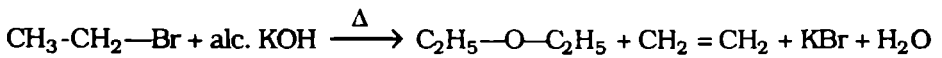
৬.৮.২ নিউক্লিওফাইলের প্রভাবে হ্যালোজেনো অ্যালকেনের β -অপসারণ বিক্রিয়া

The influence of nucleophile on β -elimination of halogeno alkanes

১। অ্যালকোহলীয় KOH সহ বিক্রিয়া : হ্যালোজেনো অ্যালকেনকে ইথানলীয় পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড (alc. KOH) সহ ফুটালে এক অণু হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) অপসারিত হয়ে অ্যালকিন গঠন করে। এক্ষেত্রে হ্যালোজেনো অ্যালকেনের β -কার্বন থেকে একটি H পরমাণু X পরমাণুর সাথে HX রূপে অপসারিত হয় বলে এ বিক্রিয়াকে ডিহাইড্রো হ্যালোজেনেশন (dehydro halogenation) বা β -অপসারণ বিক্রিয়া বলে। যেমন,



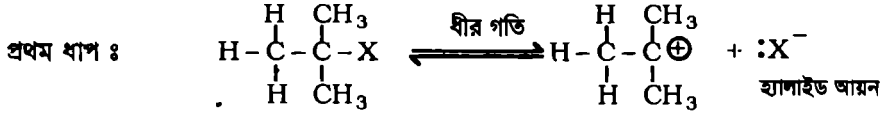
এই বিক্রিয়ায় ইথারও উৎপন্ন হয়। যেমন, ব্রোমোইথেন ও alc.KOH একই সঙ্গে ডাইইথাইল ইথার (90%) ও ইথিলিন (10%) উৎপন্ন করে।



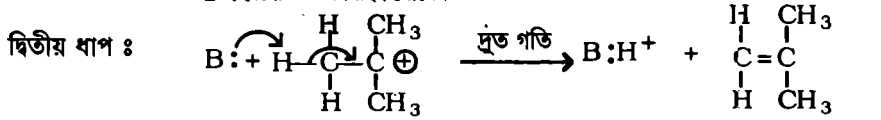
অনুরূপভাবে iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড ও alc. KOH এর বিক্রিয়ায় 80% প্রোপাইলিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু tert-বিউটাইল ব্রোমাইড alc. KOH এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় 100% iso-বিউটাইলিন উৎপন্ন করে। এ সব উদাহরণ থেকে দেখা যায় যে, অপসারণ বিক্রিয়া হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আণবিক গঠন প্রকৃতি (structure) এর ওপর নির্ভর করে।

২। অপসারণ বিক্রিয়ার মেকানিজম : প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মত অপসারণ বিক্রিয়াও এক আণবিক অপসারণ (E_1) ও দ্বিআণবিক অপসারণ (E_2)— এই দুই প্রকার মেকানিজমে ঘটে। প্রধানত টারসিয়ারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে E_1 মেকানিজম দ্বারা এবং প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে E_2 মেকানিজম দ্বারা অ্যালকোহলীয় KOH এর উপস্থিতিতে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। যেমন,

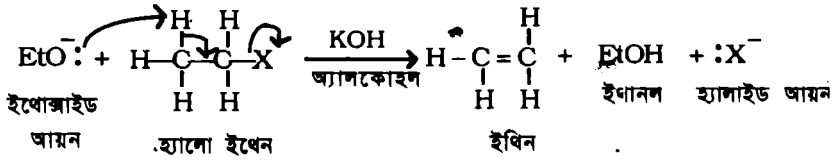
এক আণবিক অপসারণ বা E_1 এর মেকানিজম : প্রতিস্থাপনের S_N1 মেকানিজমের মত E_1 মেকানিজমও দু'ধাপে ঘটে। প্রথম ধাপে $R-X$ থেকে বিদায়ী গ্রুপ $:X^-$ চলে যায় এবং কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়। দ্বিতীয় ধাপে দ্রাবক ($B:$) এর আক্রমণে কার্বোনিয়াম আয়নের β -কার্বন থেকে একটি H পরমাণু প্রোটনরূপে অপসারিত হয়। ফলে β -কার্বনের মুক্ত ইলেকটন যুগল α ও β কার্বনের মধ্যে বিন্যস্ত হয়ে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন গঠন করে। ফলে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। প্রথম ধাপ ধীরগতিতে এবং দ্বিতীয় ধাপ দ্রুতগতিতে ঘটে। যেমন,



2-হ্যালা-2-মিথাইল প্রোপেন



দ্বিআণবিক অপসারণ বা E_2 এর মেকানিজম : প্রতিস্থাপনের S_N2 মেকানিজমের মত E_2 মেকানিজমও এক ধাপে ঘটে। এ বিক্রিয়ায় স্কারের প্রভাবে β -কার্বন থেকে একটি H^+ এবং বিদায়ী গ্রুপ $:X^-$ এক সাথে অপসারিত হয়। ফলে β -কার্বনের ইলেকটন যুগল α ও β কার্বনের মধ্যে বিন্যস্ত হয়ে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন গঠন করে।



৩। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বনাম অপসারণ বিক্রিয়া : হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সঙ্গে নিউক্লিওফিলিক বিকারকের বিক্রিয়ায় প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়ার মধ্যে কোন্ বিক্রিয়াটি প্রাধান্য লাভ করবে তা নিম্নরূপ অবস্থার ওপর নির্ভর করে।

(১) হ্যালোজেনো অ্যালকেনের গঠন যতই টারসিয়ারি থেকে প্রাইমারি দিকে হবে বিক্রিয়াটি ততই E_2 মেকানিজমে ঘটবে। এর বিপরীতক্রমে S_N2 মেকানিজম প্রাধান্য লাভ করে।

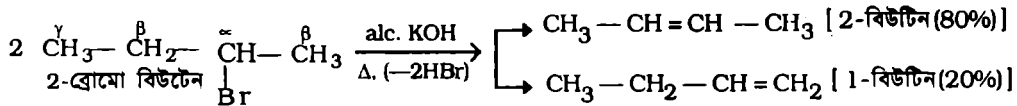
(২) শক্তিশালী স্কারক বা নিউক্লিওফাইল যেমন, অ্যালকোহলীয় KOH অর্থাৎ অ্যালকোক্সাইড আয়ন অপসারণ E_2 বিক্রিয়ার সহায়তা করে। কিন্তু অপেক্ষাকৃত কম শক্তিশালী স্কারক বা নিউক্লিওফাইল যেমন, জলীয় KOH অর্থাৎ হাইড্রক্সিল আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপনে S_N2 বিক্রিয়া প্রাধান্য পায়।

(৩) অধিক মেরুক দ্রাবক S_N1 বিক্রিয়াকে প্রাধান্য দেয়; কিন্তু অপেক্ষাকৃত কম মেরুক দ্রাবক E_1 বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। আবার E_2 বিক্রিয়ায় কম মেরুক দ্রাবক ও শক্তিশালী স্কারক (অ্যালকোহলীয় EtO^-) অধিক কার্যকরী; পক্ষান্তরে S_N2 বিক্রিয়ায় অধিক মেরুক দ্রাবক ও কম শক্তিশালী স্কারক যেমন, জলীয় KOH দ্রবণ কার্যকরী হয়।

৪। সাইজেক সূত্র : অপসারণ বিক্রিয়ার বেলায় হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে একাধিক অ্যালকিন উৎপন্ন হওয়ার সম্ভাবনার ক্ষেত্রে, কোন্ অ্যালকিনটি প্রাধান্য লাভ করবে, তা নিম্নোক্ত সাইজেক সূত্র (Saytzeff's rule) দ্বারা ব্যাখ্যা করা হয়। যেমন,

“হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে HX অপসারণের বেলায় যে কার্বনে কম সংখ্যক β হাইড্রোজেন থাকে, সেই কার্বন থেকে H -পরমাণু α -কার্বনের হ্যালোজেন (X) সহ মিলে HX রূপে অপসারিত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন করে।” অপর কথায়, হ্যালোজেনো অ্যালকেন (RX) থেকে HX অপসারণ এমনভাবে ঘটে যেন অপেক্ষাকৃত বেশি

শাখান্বিত অ্যালকিন প্রধান উৎপাদ হতে পারে। অধিক শাখান্বিত বা অ্যালকাইল প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন অধিক স্থায়ী হয়। যেমন,

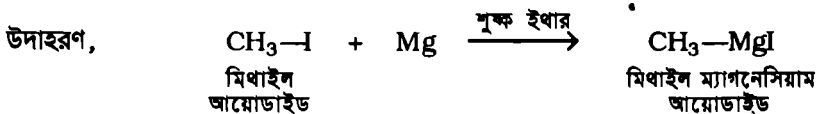
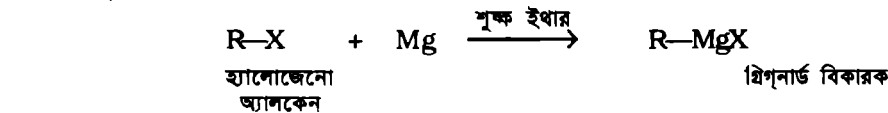


2-বিউটিন এর বেলায় কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের দুদিকে দুটি শাখা যেমন, দুটি CH₃-মূলক রয়েছে এবং 1-বিউটিন এর বেলায় দ্বিবন্ধনের একদিকে একটি মাত্র শাখা শিকল যেমন CH₃-CH₂-মূলক রয়েছে।

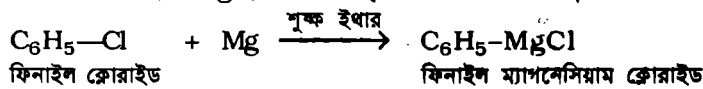
৬.৮.৩ ধাতুর সাথে RX এর বিক্রিয়া (Reaction of RX with metals)

গ্রিগনার্ড বিকারক প্রস্তুতি :

১। ম্যাগনেসিয়াম ধাতুসহ RX এর বিক্রিয়া : হ্যালোজেনো অ্যালকেনসমূহ শুষ্ক ইথারীয় দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর (Mg) গুঁড়ার সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড নামক গ্রিগনার্ড বিকারক উৎপন্ন করে।

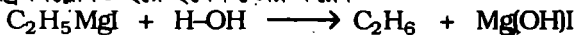


অনুরূপভাবে, শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত হ্যালোজেনো অ্যারিন বা অ্যারাইল হ্যালাইডসমূহ Mg ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে অ্যারাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড (ArMgX) নামক গ্রিগনার্ড বিকারক উৎপন্ন করে। যেমন,

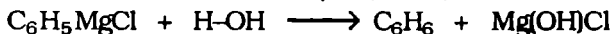


গ্রিগনার্ড বিকারকের প্রয়োগ : গ্রিগনার্ড বিকারক হল একটি বহুমুখী ব্যবহৃত জৈব ধাতব যৌগ। প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগকে গ্রিগনার্ড বিকারকের সাহায্যে প্রস্তুত করা যায়। শিটে অ্যালকেন, অ্যালকোহল ও কার্বজিলিক এসিড প্রস্তুতি আলোচনা করা হল।

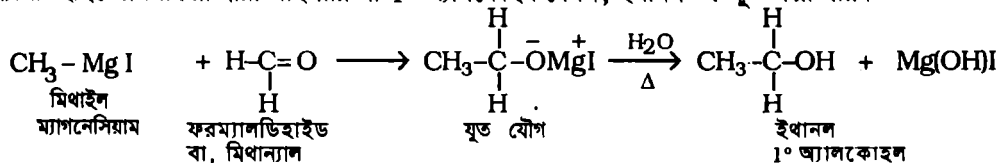
১(১)। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে হাইড্রোকার্বন : (১) গ্রিগনার্ড বিকারক যেমন, ইথাইল ম্যাগনেসিয়াম আয়োডাইড পানির সংস্পর্শে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ইথেন তৈরি করে।



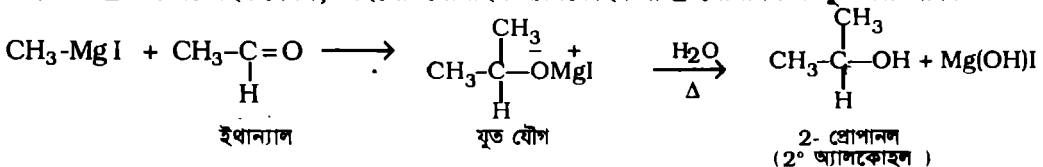
(২) ফিনাইল ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড পানির সংস্পর্শে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে বেনজিন তৈরি করে।



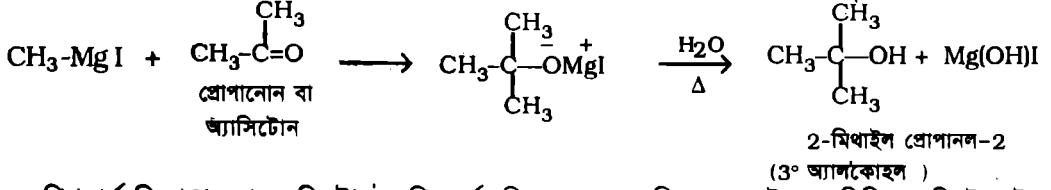
২(১)। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে অ্যালকোহল : (১) গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে মিথান্যাল বা ফরম্যালডিহাইডের বিক্রিয়া দ্বারা প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল যেমন, ইথানল প্রস্তুত করা যায়।



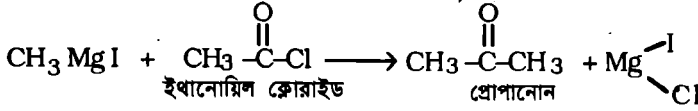
২(২)। গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে ফরম্যালডিহাইড বাদে যে কোন অ্যালডিহাইড যেমন, ইথান্যাল বিক্রিয়া দ্বারা সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল যেমন, আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহল বা 2-প্রোপানল প্রস্তুত করা যায়।



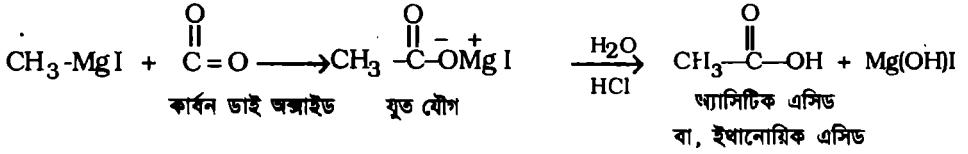
২(৩)। গ্রিগনার্ড বিকারক (যেমন, CH_3MgI) এর সাথে কিটোন যেমন, প্রোপানোনের বিক্রিয়া দ্বারা টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকোহল যেমন, টারসিয়ারি বিউটাইল অ্যালকোহল বা ২-মিথাইল প্রোপানল-২ উৎপন্ন করা যায়।



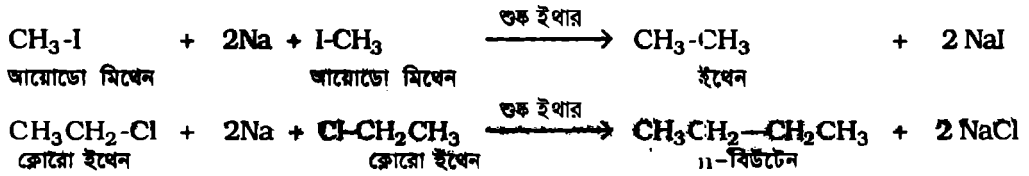
৩। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে কিটোন : গ্রিগনার্ড বিকারক ও এসিড ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় কিটোন উৎপন্ন হয়।



৪। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে কার্বিল্লিক এসিড : অনার্দ্র শূষ্ক বরফ বা অনার্দ্র কঠিন কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) এর ওপর গ্রিগনার্ড বিকারক যেমন, মিথাইল ম্যাগনেসিয়াম আয়োডাইড যোগ করলে যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। পরে যুত যৌগকে লঘু HCl সহ আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে কার্বিল্লিক এসিড উৎপন্ন হয়।



২। সোডিয়াম ধাতুসহ RX এর বিক্রিয়া : শূষ্ক ইথারে সোডিয়াম ধাতুর সাথে হ্যালোজেনো অ্যালকেন বিক্রিয়া করে উচ্চতর অ্যালকেন উৎপন্ন করে। একেই হ্যালোজেনো অ্যালকেনের দুটি অ্যালকাইল মূলক ফ্রি-রেডিকেলরূপে যুক্ত হয়ে অ্যালকেন উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়া উর্টজ বিক্রিয়া (Wurtz reaction) নামে পরিচিত। যেমন,



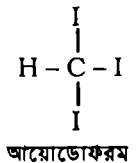
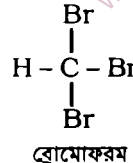
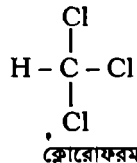
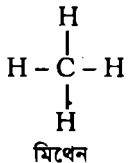
কতিপয় গুরুত্বপূর্ণ পলিহ্যালোজেনো অ্যালকেন

Some important polyhalogeno alkanes

৬.৯ পলিহ্যালোজেনো যৌগ (Polyhalogeno compounds)

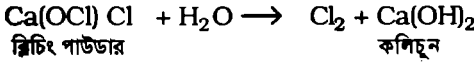
জৈব যৌগে কার্বনের সাথে একের চেয়ে বেশি হ্যালোজেন পরমাণু যুক্ত থাকলে তাদেরকে পলিহ্যালোজেনো যৌগ বলা হয়। এদের মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি যৌগ হল ক্লোরোফরম, টেট্রাক্লোরো মিথেন, ক্লোরোফ্লোরো কার্বন (CFC) ইত্যাদি। এদের সর্ক্ষিত আলোচনা করা হল।

(ক) হ্যালোকরম : মিথেন (CH_4) এর অগুণ্ঠিত তিনটি H-পরমাণুকে তিনটি ক্লোরিন বা ব্রোমিন বা আয়োডিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে যথাক্রমে টাইক্লোরো মিথেন বা ক্লোরোফরম (CHCl_3), টাইব্রোমো মিথেন বা ব্রোমোফরম (CHBr_3) ও টাইআয়োডো মিথেন বা আয়োডোফরম (CHI_3) পাওয়া যায়। ক্লোরোফরম, ব্রোমোফরম ও আয়োডোফরম এ তিনটি পলিহ্যালো মিথেনকে হ্যালোকরম (CHX_3) বলা হয়।

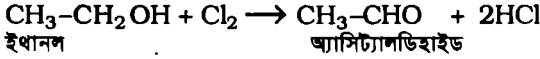


৬.১০ ক্লোরোফর্ম (Chloroform CHCl_3)

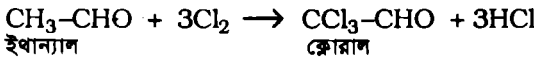
১। ইথানল থেকে ক্লোরোফর্ম প্রস্তুতি : মূলনীতি : ইথানল, ত্রিচিং পাউডার ও পানির মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে উৎপন্ন ক্লোরোফর্মকে পাতিত তরলরূপে সংগ্রহ করা হয়। ত্রিচিং পাউডার ও পানি থেকে উৎপন্ন ক্লোরিন দ্বারা ইথানল প্রথমে জারিত হয়ে অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল উৎপন্ন করে। পরে ইথান্যালের ক্লোরিনেশন দ্বারা ক্লোরাল উৎপন্ন হয় এবং শেষে ক্লোরালের ক্ষারীয় বিশ্লেষণের ফলে ক্লোরোফর্ম ও ক্যালসিয়াম ফরমেট উৎপন্ন হয়।



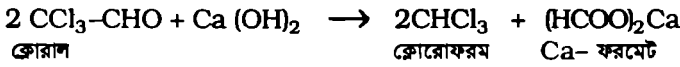
(১) Cl_2 দ্বারা ইথানলের জারণের ফলে অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল ও HCl উৎপন্ন হয়।



(২) ইথান্যাল এর ক্লোরিনেশনের ফলে ক্লোরাল বা ট্রাইক্লোরো ইথান্যাল ও HCl উৎপন্ন হয়।



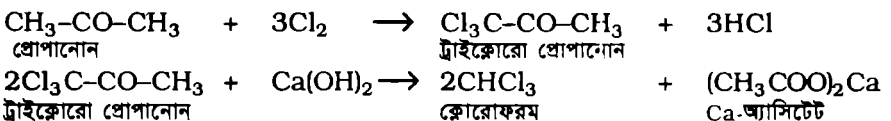
(৩) ক্লোরালকে কলিচুনের দ্রবণ দ্বারা ক্ষারীয় বিশ্লেষণের ফলে ক্লোরোফর্ম ও ক্যালসিয়াম ফরমেট উৎপন্ন হয়।



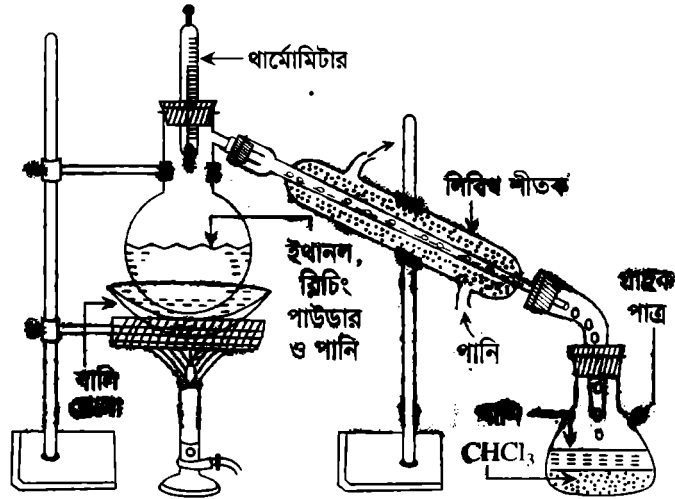
প্রস্তুত প্রণালী : একটি গোলতলী ফ্লাস্কে প্রথমে প্রয়োজন মত ত্রিচিং পাউডার ও পানি মিশিয়ে কাঁই তৈরি করে এর মধ্যে প্রয়োজন মত ইথানল যোগ করে মিশ্রণটিকে ঝাঁকানো হয়। তারপর ফ্লাস্কটিকে বালিখোলায় রেখে ফ্লাস্কটির মুখে একটি থার্মোমিটার এবং পার্শ্বদেশের সাথে একটি লিবিগ শীতক এবং শীতকের অপর প্রান্তে গ্রাহক পাত্র যুক্ত করা হয়। শেষে মিশ্রণটিকে $62^\circ - 65^\circ \text{C}$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উৎপন্ন ক্লোরোফর্ম ও কিছু পানি গ্রাহক পাত্রে জমা হয়।

বিশোধন : সংগৃহীত ক্লোরোফর্মে ডেঙ্কালগনুপে পানি, Cl_2 ও HCl এমিলি থাকে। এ মিশ্রণকে একটি পৃথকীকরণ ফানেলে নিয়ে গন্ধ NaOH দ্রবণসহ ঝাঁকালে এ ক্লোরোফর্ম Cl_2 ও HCl এসিড মুক্ত হয়। শেষে এ ক্লোরোফর্মকে পানি দ্বারা ধুয়ে, নিরুদক CaCl_2 দ্বারা শুষ্ক করে এবং 62°C তাপমাত্রায় পাতন করলে বিশুদ্ধ ক্লোরোফর্ম পাওয়া যায়।

২। অ্যাসিটোন থেকে ক্লোরোফর্ম প্রস্তুতি : ত্রিচিং পাউডার ও পানির মিশ্রণে ইথানলের পরিবর্তে অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন ব্যবহার করা যায়। তখন অ্যাসিটোনের ক্লোরিনেশনের ফলে ট্রাইক্লোরো অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন ($\text{Cl}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$) উৎপন্ন হয়। এটি পরে ক্ষার দ্বারা বিশ্লেষিত হয়ে ক্লোরোফর্ম ও ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট উৎপন্ন করে।



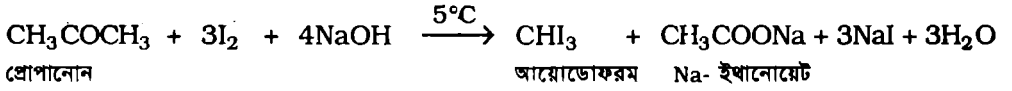
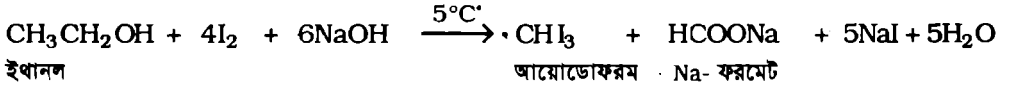
প্রস্তুত প্রণালী : ইথানল থেকে ক্লোরোফর্ম প্রস্তুতির মত বর্ণনা এক্ষেত্রেও অনুরূপ হবে। এক্ষেত্রে ইথানলের পরিবর্তে অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন হবে।



চিত্র ৬.৩ : পরীক্ষাগারে ক্লোরোফর্ম প্রস্তুতি

৬.১০.১ আয়োডোফরম (Iodoform, CHI_3)

আয়োডোফরম প্রস্তুতি : মূলনীতি : ইথানল (অথবা প্রোপানোন)-এর সাথে উত্তপ্ত করার NaOH অথবা KOH দ্রবণ ও আয়োডিনের বিক্রিয়ায় হলুদ বর্ণের আয়োডোফরম উৎপন্ন হয়।



প্রস্তুত প্রণালী : প্রথমে একটি গোলতলী ফ্লাস্কে প্রায় 50°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত NaOH দ্রবণে গাঢ় আয়োডিন দ্রবণ যোগ করা হয়। তারপর প্রয়োজন মত ইথানল (অথবা প্রোপানোন) যোগ করে ও ভালভাবে ঝাঁকিয়ে আয়োডিনের বাদামি বর্ণ দূর করা হয়। শেষে মিশ্রণটিকে শীতল করলে আয়োডোফরমের হলুদ অধঃক্ষেপ পৃথক হয়ে পড়ে। পরিস্রাবণ করে ঐ অধঃক্ষেপ পৃথক করার পর লঘু অ্যালকোহল থেকে কেলাসন করলে বিশুদ্ধ দানাদার আয়োডোফরম (m.p. 119°C) পাওয়া যায়।

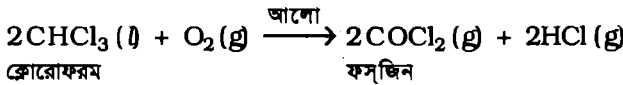
৬.১১ ক্লোরোফরমের রাসায়নিক ধর্ম

Chemical properties of chloroform

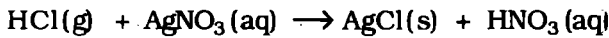
ক্লোরোফরমের বিক্রিয়াকে - (১) জারণ, (২) বিজারণ, (৩) ক্ষারীয় বিশ্লেষণ, (৪) প্রতিস্থাপন, (৫) ঘনীভবন বিক্রিয়া, (৬) ক্যাবিল অ্যামিন বিক্রিয়া- এ ছয় শ্রেণীতে আলোচনা করা যায়। যেমন,

(ক) ক্লোরোফরমের জারণ

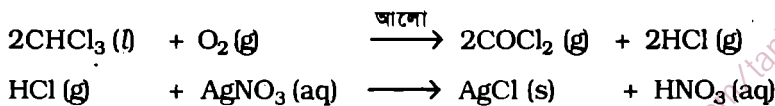
১। অক্সিজেনসহ বিক্রিয়া : আলো ও বায়ুর উপস্থিতিতে ক্লোরোফরম (CHCl_3) বায়ুস্থ অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও বিষাক্ত ফসজিন বা কার্বনাইল ক্লোরাইড (COCl_2) গ্যাস উৎপন্ন করে।



ক্লোরোফরমের জারণের পর উৎপন্ন HCl সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় AgCl-এর সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। ফলে ক্লোরোফরমের অণুতে ক্লোরিন পরমাণুর উপস্থিতি প্রমাণিত হয়।

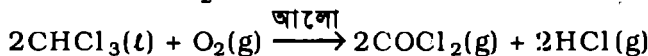


২। CHCl_3 এর বিশুদ্ধতার পরীক্ষা : চেতনানাশকরূপে ব্যবহৃত ক্লোরোফরম বিশুদ্ধ হতে হয় অর্থাৎ এর জারণে উৎপন্ন বিষাক্ত ফসজিন বা কার্বনাইল ক্লোরাইড মুক্ত থাকতে হয়। তাই CHCl_3 ব্যবহারের পূর্বে এর ২-১ ফোঁটাকে AgNO_3 দ্রবণে যোগ করা হয়। যদি ঐ ক্লোরোফরম জারণের ফলে ফসজিন গ্যাস (COCl_2) এবং HCl উৎপন্ন হয়, তবে উৎপন্ন HCl উক্ত AgNO_3 দ্রবণে সাদা AgCl এর সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে এবং এর মধ্যে পরোক্ষভাবে ফসজিন গ্যাসের উপস্থিতি তথা উক্ত ক্লোরোফরম অবিশুদ্ধ প্রমাণ করে।



কিন্তু বিশুদ্ধ ক্লোরোফরম AgNO_3 দ্রবণের সাথে কোন অধঃক্ষেপ দেয় না।

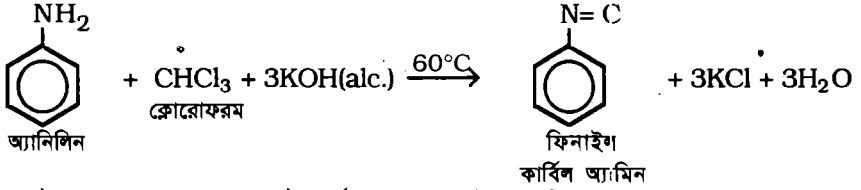
৩। ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা সনাক্তকরণে সতর্কতা : চেতনানাশকরূপে ব্যবহৃত ক্লোরোফরমকে ফসজিন গ্যাস সর্মমিশ্রণ থেকে মুক্ত রাখবার উদ্দেশ্যে- (১) অম্ল বাদামি বর্ণের রঙিন বোতলে এবং বোতলের মুখ পর্যন্ত CHCl_3 পূর্ণ করে ভালভাবে কঁকরু রাখা হয়। ফলে বোতলে আলো ও বায়ু ঢুকতে পারে না; তাই ঐ ক্লোরোফরম বিশুদ্ধ থাকে। আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরোফরম ও O_2 এর বিক্রিয়ায় বিষাক্ত ফসজিন গ্যাস ও HCl উৎপন্ন হয়।



৬.১২ ক্লোরোফরম শনাক্তকরণ ও কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া

Test for chloroform : Carbylamine reaction

ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় KOH দ্রবণের সাথে অ্যানিঞ্জিন মিশিয়ে 60° - 70°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উগ্র গন্ধযুক্ত ফিনাইল আইসোসায়ানাইড বা কার্বিল অ্যামিন উৎপন্ন হয়। এটি ক্লোরোফরম নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা।



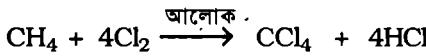
৬.১৩ ক্লোরোফরমের ব্যবহার (Uses of chloroform)

- ১। চেতনানাশকরূপে ক্লোরোফরম অস্ত্রোপচারে ব্যবহৃত হয়। তবে ক্লোরোফরম লিভারের ক্ষতি করে এবং অধিক ব্যবহারে রোগীর মৃত্যুর ঝুঁকি বেশি থাকে (কারণ এর anaesthetic dose এবং lethal dose এর পার্থক্য খুব কম)। তাই বর্তমানে চেতনানাশকরূপে ক্লোরোফরমের ব্যবহার খুব কম।
- ২। দ্রাবকরূপে— চর্বি, রেজিন, রাবার, মোম, তৈল প্রভৃতিকে দ্রবীভূত করতে ক্লোরোফরম ব্যবহৃত হয়।
- ৩। পচন নিবারকরূপে— ক্লোরোফরম উদ্ভিঞ্জ ক্বাথ সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়।
- ৪। পরীক্ষাগারে — বিকারক ও দ্রাবকরূপে ক্লোরোফরম বহুল ব্যবহৃত হয়।
- ৫। ক্লোরোপিক্রিন উৎপাদনে ও দুর্গন্ধযুক্ত ওষুধকে সুগন্ধময় করতে ক্লোরোফরম ব্যবহৃত হয়।

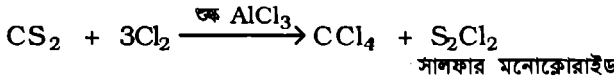
৬.১৪ কার্বন টেট্রাক্লোরাইড বা পাইরিন CCl₄

Carbon tetra chloride or pyrene

(ক) প্রস্তুতি : (১) মিথেনের পূর্ণ ক্লোরিনেশনের ফলে বাণিজ্যিকভাবে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড উৎপন্ন করা হয়।



(২) শুষ্ক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (AlCl₃) এর উপস্থিতিতে কার্বন ডাইনালফাইড ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ও সালফার মনোক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



অতঃপর আংশিক পাতনে CCl₄ (স্ফুটনাঙ্ক 77°C) কে উপজাত সালফার মনোক্লোরাইড (S₂Cl₂ স্ফুটনাঙ্ক 138°C) থেকে পৃথক করা হয়। পরে তাকে কস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণে ঝাঁকিয়ে পুনরায় পাতন করলে বর্ণহীন বিশুদ্ধ কার্বন টেট্রাক্লোরাইড তরল পাওয়া যায়।

(খ) CCl₄ এর ব্যবহার

- (১) কার্বন টেট্রাক্লোরাইড অদাহ্য হওয়ায় উত্তম দ্রাবকরূপে তৈল বীজ থেকে তৈল নিষ্কাশনে এবং তৈল, চর্বি, রাবার, মোম প্রভৃতির দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। (২) রেশম পশমজাত বস্ত্রের ড্রাই ওয়াশ করতে; স্টোভ, বাথরুমের টাইল, মটরগাড়ির অংশ প্রভৃতির দৌত কার্যে CCl₄ অতি উৎকৃষ্ট পরিষ্কারকরূপে ব্যবহৃত হয়। (৩) পোকামাকড়, হুক ওয়ার্ম (hook worm) প্রভৃতির ধ্বংস কার্যে CCl₄ ব্যবহৃত হয়। (৪) হিমায়ক যন্ত্র বা ফ্রিজ শীতল করার কাজে ব্যবহৃত ফ্রিয়ন (freon CCl₂F₂) গ্যাস উৎপাদনে CCl₄ ব্যবহৃত হয়।

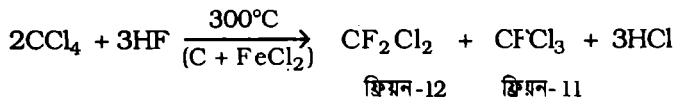
৬.১৫ ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন [C. F. C] ও ফ্রিয়নস্

Chloro Fluoro Carbon [C. F. C] and Freons

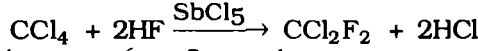
ক্লোরো ফ্লোরো-কার্বন ও ফ্রিয়নস্ (Freons) : মিথেন ও ইথেন (CH₄, C₂H₆) এর ক্লোরো ফ্লোরো উচ্চতক যৌগসমূহকে ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন সংক্ষেপে C. F. C বলে। এদের বাণিজ্যিক নাম হল 'ফ্রিয়নস্'। C.F.C এর মধ্যে ফ্রিয়ন-11 (CCl₃F), ফ্রিয়ন-12 (CCl₂F₂) এবং 1, 2-ডাইক্লোরো-1, 1, 2, 2-টেট্রাক্লোরো ইথেন (F₂ClC-C₂ClF₂) উল্লেখযোগ্য।

ফ্রিয়নস্ ও ওজোন স্তর : ২.১৭(ক) অনুচ্ছেদ, পৃষ্ঠা ১১৫ দ্রষ্টব্য।

(ক) প্রস্তুতি : উচ্চচাপে এবং উচ্চতাপমাত্রায় প্রভাবকের উপস্থিতিতে হাইড্রোফ্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া ঘটিয়ে ক্লোরো অ্যালকেনের ক্লোরিন পরমাণুকে ফ্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে ডাইক্লোরো ডাইফ্লোরো মিথেন বা ফ্রিন-12 এবং ট্রাইক্লোরো ফ্লোরো মিথেন বা ফ্রিন-11 পাওয়া যায়।



অ্যান্টিমনি পেন্টাক্লোরাইড (SbCl_5) এর উপস্থিতিতে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের মধ্যে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড প্রবাহিত করলে ক্লোরো ক্লোরো কার্বন বা ফ্রিন-12 উৎপন্ন হয়।



(খ) ধর্ম : ক্লোরো ফ্লোরো কার্বনসমূহ অদাহ্য গ্যাসীয় পদার্থ এবং সামান্য চাপ প্রয়োগেই তরল করা যায়। এরা নিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট। ফ্রিন-11 এর স্ফুটনাঙ্ক 24°C এবং ফ্রিন-12 এর স্ফুটনাঙ্ক 30°C ।

(গ) ফ্রিনের ব্যবহার : সামান্য চাপে ক্লোরো ফ্লোরো কার্বনসমূহকে সহজে তরলে পরিণত করা যায় বলে এদেরকে হিমায়করূপে অর্থাৎ হিমায়ন যন্ত্র (রেফ্রিজারেটর, এয়ারকন্ডিশনার ইত্যাদি) শীতল রাখার জন্য সর্বাধিক পরিমাণে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়াও এটি এরোসল ও প্লাস্টিক ফোম তৈরি করতে এবং দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। তবে পানিতে অদ্রবণীয় অত্যন্ত স্থায়ী C.F.C যৌগগুলো বায়ুমণ্ডলের ওজোনস্তরে ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে বলে এদের ব্যবহার অনেক কমে গেছে।

৬.১৬ অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতকের ব্যবহার

Uses of halogeno derivatives of alkanes

১। দ্রাবকরূপে : অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতকসমূহ তৈল, চর্বি, গ্রীষ্ম প্রভৃতির উত্তম দ্রাবক। তাই শিল্পক্ষেত্রে তৈল জাতীয় পদার্থের ধৌতকরণে এবং যন্ত্রপাতির তৈলাক্ত স্তর পরিষ্কার করতে হ্যালোজেনো অ্যালকেনসমূহ ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে অ্যালকেনের ক্লোরোজাতকসমূহ যেমন, টেট্রাক্লোরো মিথেন (CCl_4), ডাইক্লোরো মিথেন (CH_2Cl_2) ও ট্রাইক্লোরো মিথেন (CHCl_3) দ্রাবকরূপে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। উল্লেখ্য অধিক পোলার কিন্তু কম আণবিক ভরবিশিষ্ট তরল উত্তম দ্রাবক হয়। ক্লোরো অ্যালকেনের ভর ব্রোমো অ্যালকেনের তুলনায় কম; কিন্তু অধিক পোলার। কারণ ক্লোরিন অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক।

২। হিমায়ক যন্ত্র বা রেফ্রিজারেটর তরলরূপে : যে সব অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতকের স্ফুটনাঙ্ক কক্ষ তাপমাত্রার চেয়ে কম, এদেরকে অল্প চাপে তরলীভূত করা সম্ভব। এসব তরলীভূত অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতক হিমায়ক যন্ত্র ও শীত-তাপ নিয়ন্ত্রণকারী যন্ত্রের তরলরূপে ব্যবহৃত হয়। এসব হিমায়ক যন্ত্রের তরলের মধ্যে মিথেন ও ইথেনের ক্লোরো ফ্লোরো উদ্ভূতক বা ফ্রিনসমূহ উত্তম। ফ্রিনসমূহের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল ফ্রিন-11; ফ্রিন-12 বা ডাইক্লোরো ডাইফ্লোরো মিথেন (CCl_2F_2) এবং 1, 2 -ডাইক্লোরো -1, 1, 2, 2-টেট্রাক্লোরো ইথেন ($\text{CClF}_2 - \text{CClF}_2$)।

CCl_3F হল ফ্রিন 11

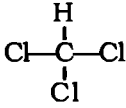
CCl_2F_2 হল ফ্রিন 12

$\text{CClF}_2\text{CClF}_2$ হল 1,2-ডাইক্লোরো -1,1,2,2-টেট্রাক্লোরো ইথেন

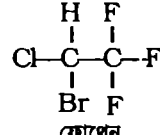
৩। এরোসল স্প্রে-এর দ্রাবকরূপে : ফ্রিনসমূহ গন্ধহীন, অবিষাক্ত, অদাহ্য, পানিতে অদ্রবণীয়, নিষ্ক্রিয় ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট। তাই চাপে তরলীভূত অবস্থায় থাকে এবং চাপ হ্রাস পেলে আবার বাষ্পে পরিণত হয়। তাই মশা, পোকামাকড় ও বিভিন্ন প্রকার কীটনাশক যেমন, এরোসল স্প্রে তৈরিতে এবং বিষাক্ত পদার্থের দ্রাবক ও গুণ্ডা ছিটানোর কাজে ফ্রিনসমূহ ব্যবহৃত হয়।

৪। অগ্নিনির্বাণকরূপে : পূর্ণ হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত অ্যালকেন [যেমন, CCl_4 , $CBBr_2ClF$] সমূহ অদাহ্য, উদ্বায়ী ও বায়ু অপেক্ষা ভারী হয়। এদেরকে অগ্নিনির্বাণকরূপে ব্যবহার করা হয়। তবে টেট্রাক্লোরো মিথেন (CCl_4) উচ্চ তাপমাত্রায় জারিত হয়ে বিষাক্ত ফসজিন গ্যাস $COCl_2$ উৎপন্ন করে থাকে। তাই বর্তমানে উত্তম অগ্নিনির্বাণকরূপে ডাইব্রোমো ক্লোরো ফ্লোরো মিথেন ($CBBr_2ClF$) ব্যবহৃত হয়। এর বাণিজ্যিক নাম হল বি. সি. এফ. (BCF)।

৫। চেতনানাশকরূপে : 1837 খ্রিস্টাব্দে এডিনবার্গের ড. সিম্পসন অস্ত্রোপচারের জন্য পূর্ণ চেতনানাশকরূপে প্রথম ক্লোরোফর্ম ($CHCl_3$) ব্যবহার করেন। $CHCl_3$ অধিক ব্যবহারে লিভারের ক্ষতি ও মৃত্যু ভয় থাকে। কারণ $CHCl_3$ এর চেতনানাশক মাত্রা ও মৃত্যু ঘটান মাত্রা (lethal dose) এর মধ্যে পার্থক্য খুবই কম। তাই 1957 খ্রিস্টাব্দে আই-সি-আই (ICI) এর রসায়নবিদ কর্তৃক ক্লোরোফর্মের পরিবর্তে উন্নত চেতনানাশকরূপে 2- ব্রোমো-2- ক্লোরো-1, 1, 1-ট্রাইফ্লোরো ইথেন ($CF_3CHBrCl$) ব্যবহার করে। এর বাণিজ্যিক নাম 'ফ্লোথেন' (Fluothane)



ক্লোরোফর্ম



ফ্লোথেন
2-ব্রোমো-2-ক্লোরো-1, 1, 1-
ট্রাইফ্লোরো ইথেন

অথবা হ্যালোথেন (Halothane)। এছাড়া স্থানিক চেতনানাশক (local anaesthetic) রূপে (১) ক্লোরোমিথেন (CH_3Cl) ও (২) ক্লোরো ইথেন (C_2H_5Cl) ব্যবহৃত হয়। CH_3Cl এর স্ফুটনাঙ্ক $-24^\circ C$ এবং C_2H_5Cl -এর স্ফুটনাঙ্ক হল $12^\circ C$ । এই গ্যাসকে আবাম্ব সিলিন্ডারে চাপে তরলীভূত করে রাখা হয়। আঘাত প্রাপ্ত বা আহত স্থানে তরল ক্লোরো ইথেনকে স্প্রে করলে উক্ত স্থানের তিস্যু অত্যধিক শীতল হয়ে পড়ে ও সাময়িক চেতনা হারায়। ফলে উক্ত স্থানে ব্যথা অনুভূত হয় না।

৬। ওয়েস্ট্রন ও ওয়েস্ট্রোসল (Westron, Westrosol) : ওয়েস্ট্রন হল অ্যাসিটিলিন টেট্রাক্লোরাইড ($CHCl_2CHCl_2$); এটি একটি ভারী অদাহ্য তরল (স্ফুটনাঙ্ক $146^\circ C$ বা, 419K)। রাবার, ভার্নিস, পেইন্ট, তৈল ও চর্বি দ্রাবকরূপে ওয়েস্ট্রন ব্যবহৃত হয়।

অপরদিকে ওয়েস্ট্রোসল হল ট্রাইক্লোরো ইথিলিন ($CHCl = CCl_2$)। এ তরলের স্ফুটনাঙ্ক $90^\circ C$ বা, 363 K। এটি কাপড়-চোপড়ের ড্রাই ওয়াশিং তরলরূপে ব্যবহৃত হয়।

৬-১৭ অ্যারোমেটিক হ্যালোজেন জাতকের ব্যবহার Uses of aromatic halogeno derivatives

১। কীটনাশকরূপে : কৃষিক্ষেত্রে কীটনাশক ও আগাছা বিনাশকরূপে ক্লোরিনযুক্ত অ্যারোমেটিক যৌগ বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। এসব যৌগের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল-গ্যামেক্সিন পাউডার বা লিনডেন ($C_6H_6Cl_6$), এলড্রিন, ডিলড্রিন (dieldrin), ডি. ডি. টি পাউডার। ডি. ডি. টির কিছু পার্শ্ব প্রতিক্রিয়ার কারণে বর্তমানে আন্তর্জাতিকভাবে কৃষিক্ষেত্রে এর ব্যবহার নিষিদ্ধ করা হয়েছে।

২। দ্রাবকরূপে : হ্যালোজেনো অ্যারিনের মধ্যে ক্লোরোবেনজিন দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়।

৬.১৮ গ্রিন হাউস ও ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন বা সি.এফ.সি (C. F. C)

Green house and chloro-fluoro-carbon

যে সব গ্যাস গ্রিন হাউস প্রভাব সৃষ্টির জন্যে দায়ী, ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন হচ্ছে তাদের মধ্যে অন্যতম। প্রশ্ন জাগতে পারে গ্রিন হাউস প্রভাবটা কী? গ্রিন হাউস হচ্ছে কাচের তৈরি এক ধরনের ঘর। শীতপ্রধান দেশসমূহে শীতকালে বরফ জমে ফলে তখন মাঠে কোন প্রকার চাষাবাদ করা সম্ভব হয় না। এ কারণে সে সব দেশে কাচ দ্বারা চারদিকে আবদ্ধ ঘর তৈরি করে কৃত্রিম উপায়ে এর ভেতর বিভিন্ন ধরনের উদ্ভিদ ও তরিতরকারি (যথা : টমেটো, শসা, পাতা কপি) চাষ করা হয়। কাচের ঘরের মধ্যে আলো প্রবেশ করার ফলে এর ভেতর বেশ গরম থাকে। কাচের দেওয়ালের জন্য এই উষ্ণতা বাইরে সহজেই নির্গত হয় না। যে কারণে ঘরের অভ্যন্তরের তাপমাত্রা ঘরের বাইরের তাপমাত্রা অপেক্ষা বেশি থাকে। কাচের ঘরে বায়ুমণ্ডলের ন্যায় বিভিন্ন গ্যাস জমা হয়। এ কাচ ঘরের অভ্যন্তরের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে চাষাবাদ করার পদ্ধতিই হচ্ছে গ্রিন হাউস।

(ক) গ্রিন হাউস প্রভাবের কল : পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলও কাচের ঘরের ন্যায় কাজ করে। সূর্যরশ্মি পৃথিবীর বুকে পড়ে মূলত দৃশ্যমান স্রষ্ট আলো হিসেবে এর সবটুকুই পৃথিবীর কাজে লাগে না। ভূপৃষ্ঠ আলোর অতিরিক্ত অংশ ছেড়ে দেয়। তবে তা আর দৃশ্যমান আলো হিসেবে কাজ করে না, করে অবলোহিত বিকিরণের মাধ্যমে। বায়ুমণ্ডলে কিছু গ্যাস আছে যারা এই অবলোহিত রশ্মি শোষণ করে; ফলে বিকিরিত তাপের সবটুকু মহাশূন্যে চলে যেতে বাধা দেয়। ফলে গ্রিন হাউস প্রভাবের মত কিছু তাপ আবহাওয়া মণ্ডলে থেকে যায়, যার কারণে পৃথিবীর ভূ-পৃষ্ঠের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এখানে উল্লেখ্য যে, গ্রিন হাউস প্রভাবই কোন এক সময় পৃথিবীকে আবাসযোগ্য করেছিল। বায়ুমণ্ডল যদি না থাকত তাহলে পৃথিবীর তাপমাত্রা হয়ত 0°C এ নেমে আসত। বায়ুমণ্ডল দ্বারা তাপ অপরিবাহী মণ্ডল সৃষ্টির কারণেই পৃথিবীর বর্তমান গড় তাপমাত্রা 15°C।

(খ) গ্রিন হাউস গ্যাস : যে সব গ্যাস গ্রিন হাউস প্রভাব সৃষ্টি করতে পারে তাদেরকে গ্রিন হাউস গ্যাস বলা হয়। গ্রিন হাউস গ্যাসের মাত্রা শতকরা হারে এর রকম যেমন, CO₂ 49%, C.F.C 14%, মিথেন 18%, নাইট্রাস অক্সাইড 6% এবং অন্যান্য 13%। গ্রিন হাউস গ্যাস যদি হঠাৎ বায়ুমণ্ডল থেকে উধাও হয়ে যায়; তবে পৃথিবী পরিণত হবে প্রাণীহীন শীতল গ্রহে। সুতরাং বলা যায় যে, পৃথিবীর জীবজগতের জন্য এদের প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য। তবে এদের ক্ষতিকর প্রভাবও রয়েছে, যা বর্তমান পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ। ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন (C.F.C)-এর ক্ষতিকর প্রভাব সম্পর্কে নিম্নে আলোচনা করা হল।

(গ) C.F.C-এর ক্ষতিকর প্রভাবের দুটি দিক রয়েছে। প্রথমত এটি বায়ুমণ্ডলে অবস্থান করে ভূপৃষ্ঠ থেকে বিকিরিত অবলোহিত রশ্মি শোষণ করে। অর্থাৎ সূর্য থেকে আসা আলোর অতিরিক্ত যে অংশ ভূপৃষ্ঠ ছেড়ে দেয়; এই অতিরিক্ত অংশের সবটুকু আলো মহাশূন্যে ফিরে যেতে পারে না। কিছু অংশ C.F.C শোষণ করে। ফলে বায়ুমণ্ডলে তাপমাত্রা বেড়ে যায়। অর্থাৎ C.F.C গ্রিন হাউস প্রভাবের মাধ্যমে পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে। দ্বিতীয়ত (১) C.F.C গ্যাস ওজোন স্তরকে ধ্বংস করে। এ গ্যাস যে কী পরিমাণ ক্ষতিকারক তা অনুমান করা যায় এর ক্ষতির পরিমাণ থেকে। C.F.C গ্যাসে যে ক্লোরিন পরমাণু বহন করে, তার একটি ক্লোরিন পরমাণু দশ হাজার ওজোন অণুকে ভাঙতে পারে। (২) এ গ্যাস ওজোন স্তরকে বিনষ্ট করে দিচ্ছে; ফলে ওজোন স্তরে ছিদ্র দেখা দিয়েছে। এ ছিদ্র সর্বপ্রথম দেখা যায় 1985 খ্রিস্টাব্দে এবং প্রমাণিত হয় যে, এ ছিদ্রের আয়তন প্রায় আমেরিকার আয়তনের সমান। (৩) ওজোন স্তর সূর্যের অতিবেগুনি আলো শোষণ করে। ফলে প্রাণী জগৎ রক্ষা পায়। কিন্তু বর্তমানে C.F.C যে হারে ওজোন স্তরকে ধ্বংস করছে এর পরিণতি ভয়াবহ আকার ধারণ করবে বলে পরিবেশ বিজ্ঞানীরা মনে করেন। 1% ওজোন হারানোর অর্থ 2% অতিবেগুনি আলোর প্রভাব বেড়ে যাওয়া। এরই মধ্যে দক্ষিণ গোলার্ধে অতিবেগুনি আলোর পরিমাণ 5% বেড়ে গেছে। (৪) যদি এর পরিমাণ 10% হয়, তাহলে প্রাক্কটন জাতীয় জীবেরা মারা যাবে। এ সমস্ত প্রাক্কটন খেয়ে ছোট চিহ্নি ও মাছের পোনা বেঁচে থাকে। আবার এ ছোট চিহ্নি ও মাছের পোনা খেয়ে সমুদ্রের বড় প্রাণীরা বেঁচে থাকে। ফলে পুরো সমুদ্রের জীব জগতের ভারসাম্য নষ্ট হয়ে যাবে এবং দক্ষিণ গোলার্ধের সমুদ্র জীবশূন্য হয়ে যাবে। (৫) ছাড়াও প্রাক্কটন খাদ্য প্রস্তুতির জন্য সালোকসংশ্লেষণের সময় প্রচুর CO₂ গ্রহণ এবং অক্সিজেন ত্যাগ ঘটে। এভাবে পরিবেশে অক্সিজেন ও CO₂ এর মধ্যে সমতা রক্ষা করে। CO₂-এর বৃদ্ধি ঘটলে গ্রিন হাউস প্রভাবের দরুন পৃথিবীর উষ্ণতা বেড়ে যাবে। (৬) তাপমাত্রা একবার বেড়ে গেলে বায়ুমণ্ডলের তাপ ধারণ শূন্য যে C.F.C বা CO₂ বা অন্য গ্যাস দ্বারা হলে তা নয়; এর সাথে অন্য কারণগুলোও তখন 'শৃঙ্খল বিক্রিয়া'র মতো তাপ ধারণ করতে সাহায্য করবে। (৭) পৃথিবীর অভ্যন্তর ভাগের তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ভূপৃষ্ঠ, নদনদী, হ্রদ প্রভৃতি জলাশয়ের পানি খুবই দ্রুত বাষ্পীভূত হবে। এর ফলে মাটির আর্দ্রতা হ্রাস পাবে এবং পৃথিবীর অনেক দেশ মরুভূমিতে পরিণত হয়ে যাবে।

আমরা যতই সভ্যতার দিকে যাচ্ছি, পৃথিবী ততই গ্রিন হাউস প্রভাবের কারণে পরিবর্তনের সম্মুখীন হচ্ছে। তবে আশার বাণী হচ্ছে এই যে, গ্রিন হাউস গ্যাসসমূহের ক্ষতিকর প্রভাব থেকে পৃথিবীকে কীভাবে রক্ষা করা যায়, তার জন্য ইতোমধ্যেই বিভিন্ন প্রতিষ্ঠান ব্যাপক গবেষণা প্রকল্প হাতে নিয়েছে। এদের ফলাফল থেকে আমরা কিছুটা উপকার পেতে পারি।

অ্যারোমেটিক হ্যালোজেনো যৌগ বা হ্যালোজেনো অ্যারিন Aromatic halogeno compounds or halogeno arenes

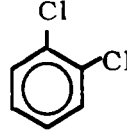
৬.১৯ হ্যালোজেনো অ্যারিনের সংজ্ঞা

Definition of halogeno arenes

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, বেনজিন, টলুইন ইত্যাদির বেনজিন বলয় থেকে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে হ্যালোজেন পরমাণু যেমন, ফ্লোরিন, ক্লোরিন, ব্রোমিন অথবা আয়োডিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপনের ফলে যে সব মনোহ্যালোজেনো অ্যারোমেটিক যৌগ উৎপন্ন হয়, তাদেরকে হ্যালোজেনো অ্যারিন বলা হয়। বেনজিন বলয়ে একের চেয়ে বেশি হ্যালোজেন পরমাণু থাকলে তাদেরকে পলিহ্যালোজেনো অ্যারিন বলে। যেমন; ক্লোরো বেনজিন (C_6H_5Cl) হল হ্যালোজেনো অ্যারিন এবং অর্ধো ডাইক্লোরো বেনজিন ($C_6H_4Cl_2$) হল পলিহ্যালোজেনো অ্যারিন।

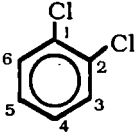


ক্লোরো বেনজিন

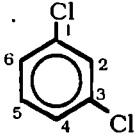


o-ডাইক্লোরো বেনজিন

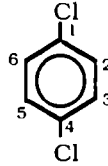
নামকরণ : জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতিতে অ্যারোমেটিক হ্যালোজেনো যৌগের নামকরণ মূল যৌগ অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত যৌগ রূপে করা হয়। যদি একাধিক হ্যালোজেন পরমাণু বেনজিন বলয়ে যুক্ত থাকে, তখন দুটি হ্যালোজেন পরমাণুর জন্য ডাই এবং স্থান নির্দেশক অর্ধো, মেটা, প্যারা শব্দ নামের পূর্বে বসে। আবার তিনটি বা চারটি হ্যালোজেন পরমাণু বেনজিন বলয়ে থাকলে তাদের স্থান নির্দেশক সংখ্যা লিখে টাই, টেটা প্রভৃতি শব্দ নামের পূর্বে বসে। নিচের উদাহরণ থেকে তা সুস্পষ্ট হবে। যেমন,



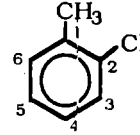
1, 2,-ডাইক্লোরো বেনজিন



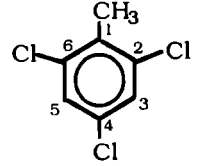
1, 3,-ডাইক্লোরো বেনজিন



1, 4,-ডাইক্লোরো বেনজিন



2-ক্লোরো টলুইন



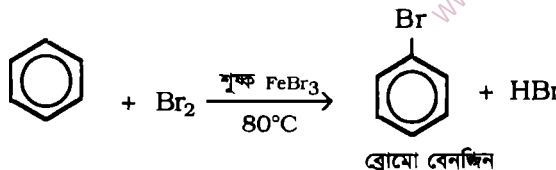
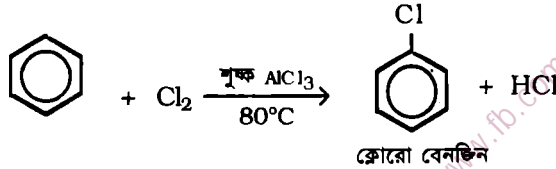
2,4,6-টাইক্লোরো টলুইন

৬.২০ হ্যালোজেনো অ্যারিন বা অ্যারাইল হ্যালাইড প্রস্তুতি

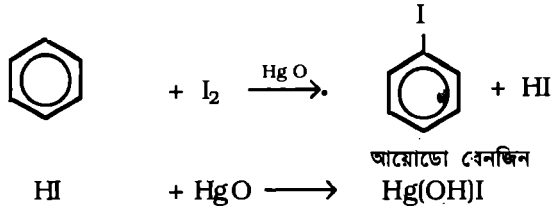
Preparation of halogeno arenes or aryl halides

নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে হ্যালোজেনো অ্যারিন বা অ্যারাইল হ্যালাইড প্রস্তুত করা হয় :

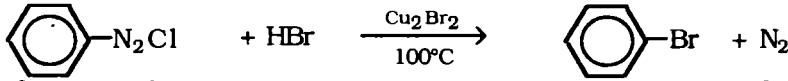
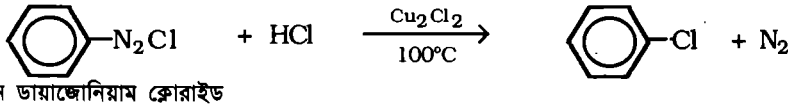
১। হ্যালোজেন বাহকের উপস্থিতিতে প্রায় $80^\circ C$ তাপমাত্রায় অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, বেনজিনের সাথে ক্লোরিন অথবা ব্রোমিনের বিক্রিয়ায় যথাক্রমে ক্লোরো বেনজিন ও ব্রোমো বেনজিন নামক হ্যালোজেনো অ্যারিন প্রস্তুত করা যায়। হ্যালোজেন বাহকরূপে লুইস এসিড প্রভাবক যেমন, শূক্ষ $AlCl_3$, $FeBr_3$ ব্যবহৃত হয়।



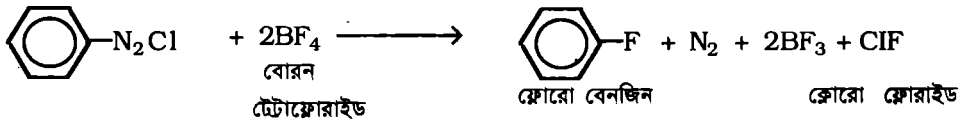
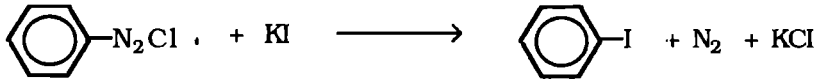
কিন্তু অনুরূপভাবে বেনজিন ও আয়োডিনের বিক্রিয়ায় আয়োডো বেনজিন প্রস্তুতিতে উৎপন্ন বিজারক HI কে দূর করার জন্য জারকরূপে HgO , HNO_3 ব্যবহার করতে হয়।



২। প্রায় 100°C তাপমাত্রায় বেনজিন ডায়াজেনিয়াম লবণকে গাঢ় হ্যালাজেন হাইড্রসিড (HCl , HBr) এবং সূক্ষ্ম কিউপ্রাস হ্যালাইড প্রভাবক দ্বারা বিযোজিত করে ক্লোরো বেনজিন ও ব্রোমো বেনজিন প্রস্তুত করা হয়।



৩। বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে উৎপন্ন KI এর বিক্রিয়ায় আয়োডোবেনজিন উৎপন্ন হয়। আবার বোরন টেট্রাফ্লোরাইডের সাথে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ফ্লোরোবেনজিন উৎপন্ন হয়।



৬.২.১ হ্যালাজেনো অ্যারিনের ভৌত ধর্ম

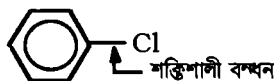
Physical properties of halogeno arenes

হ্যালাজেনো অ্যারিন বা অ্যারাইল হ্যালাইডসমূহ সাধারণত বর্ণহীন তৈলাক্ত তরল বা কম স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট কঠিন। এরা পানি অপেক্ষা ভারী। এরা পানিতে অদ্রবণীয় কিন্তু সাধারণ জৈব দ্রাবকে (যেমন, ইথানল ও ডাইইথাইল ইথারে) দ্রবণীয়। অ্যারাইল হ্যালাইডের গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক ও আপেক্ষিক গুরুত্ব এদের আণবিক ভরের বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায় এবং এদের সাধারণ ক্রম হল অ্যারাইল ফ্লোরাইড < ক্লোরাইড < ব্রোমাইড < আয়োডাইড।

৬.২.২ হ্যালাজেনো অ্যারিনের রাসায়নিক ধর্ম

Chemical properties of halogeno arenes

সক্রিয়তা : হ্যালাজেনো অ্যারিন (ArX) বা অ্যারাইল হ্যালাইডের হ্যালাজেন পরমাণু হ্যালাজেনো অ্যালকেন ($R-X$) বা অ্যালকাইল হ্যালাইডের হ্যালাজেন পরমাণু অপেক্ষা কম সক্রিয়। এর কারণ হল, হ্যালাজেন পরমাণুর যেমন, Cl এর p -অরবিটালের নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল বেনজিন বলয়ের ছয়টি sp^2 সংকরিত কার্বন পরমাণুর অসংকরিত p -অরবিটালের ইলেকটনসমূহের সাথে পার্শ্বিক অধিক্রমণ দ্বারা মিলিত হয়ে সঞ্চারণশীল পাই (π) ইলেকটনের বলয় গঠন করে। কার্বন ও হ্যালাজেন পরমাণুর সাথে সৃষ্ট সিগমা (σ) বন্ধনের শক্তির সাথে উক্ত পাই (π) ইলেকটন বলয় অতিরিক্ত বন্ধন শক্তি যোগান দিয়ে সম্প্রসারিত π আণবিক অরবিটাল গঠন করে। ফলে বেনজিন বলয়ে সংযুক্ত হ্যালাজেনকে প্রতিস্থাপন করা কষ্টকর।



হ্যালোজেনো অ্যারিনে দুই প্রকারের প্রতিস্থাপন ঘটে।

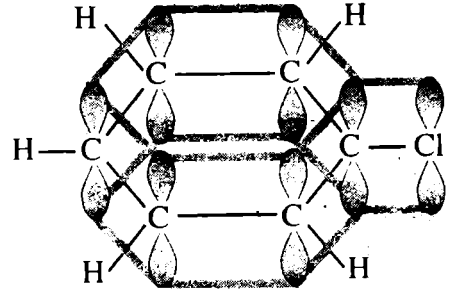
যেমন,

(১) বেনজিন বলয়ের হ্যালোজেন পরমাণুকে

প্রতিস্থাপন ও

(২) বেনজিন বলয়ের H পরমাণু প্রতিস্থাপন।

এছাড়া অনুরণনের কারণে বেনজিন চক্রটি ইলেকট্রন

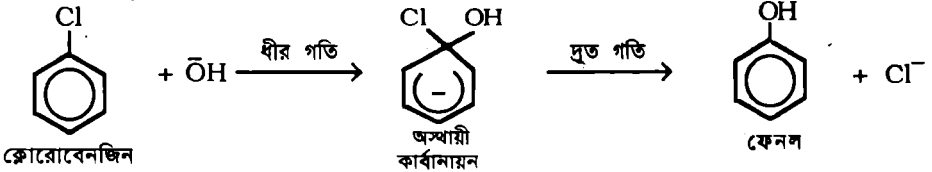


আকর্ষী হয়। আবার Cl পরমাণু তড়িৎ ঋণাত্মক হওয়ায় নিজের চিত্র ৬.৪ঃ ক্লোরোবেনজিনে বন্ধনের p-অরবিটাল সংমিশ্রণ। দিকে ইলেকট্রন টানে। ফলে বেনজিন চক্রে অনুরণনজনিত ও Cl পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতাজনিত পরস্পর বিপরীতমুখী ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণ সমান হয়। তাই C-Cl বন্ধন ইলেকট্রন ঘনত্ব সুখম থাকে। R-X এর মত C-Cl বন্ধনে পোলারিটি সৃষ্টি হয় না। ফলে অ্যারাইল হ্যালাইড কম সক্রিয় হয়। অর্থাৎ কেন্দ্রাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় বেনজিন চক্রের Cl-কে, -OH, -NH₂, -CN মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন করা কঠিন হয়। অপরদিকে অ্যালকাইল হ্যালাইড অ্যারাইল হ্যালাইড অপেক্ষা বেশি সক্রিয় হয়।

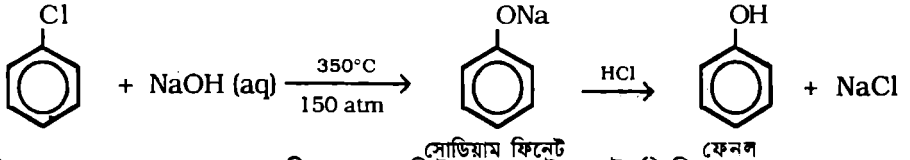
৬.২২.১ ক্লোরোবেনজিনে ক্লোরিন পরমাণুর প্রতিস্থাপন

Replacement of chlorine atom in chlorobenzene

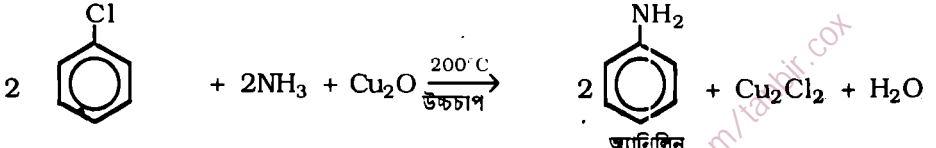
এসব বিক্রিয়া উচ্চ তাপমাত্রায় ও প্রভাবকের উপস্থিতিতে ঘটে। তখন বেনজিন বলয়ের হ্যালোজেন পরমাণু উচ্চ তাপমাত্রায় ও অধিক চাপে নিউক্লিওফাইল যেমন, OH⁻, CN⁻ ও :NH₃ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। এসব নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মোকানিজম নিম্নরূপ :



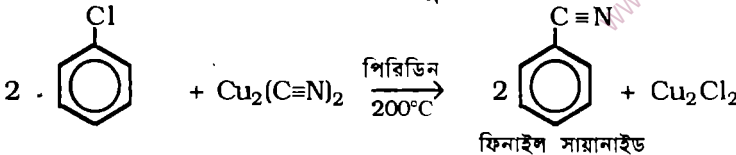
১। হ্যালোজেন পরমাণুকে -OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন : ক্লোরোবেনজিন 350°C তাপমাত্রায় এবং 150 atm চাপে কস্টিক সোডা দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ফিনেট উৎপন্ন করে। একে লঘু HCl সহ উত্তপ্ত করলে ফেনল পাওয়া যায়।



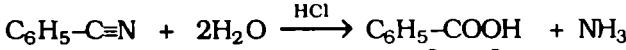
২। অ্যামিনো (-NH₂) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন : কিউপ্রাস অক্সাইডের উপস্থিতিতে, 200°C তাপমাত্রায় ও উচ্চচাপে ক্লোরোবেনজিন এবং অ্যামোনিয়ার মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে অ্যানিলিন, কিউপ্রাস ক্লোরাইড ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়।



৩। সায়ানাইড (-CN) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন : পিরিডিনে দ্রবীভূত কিউপ্রাস সায়ানাইডের সাথে উচ্চচাপে ক্লোরোবেনজিনকে 200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে ক্লোরিন পরমাণু সায়ানো মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে সায়ানো বেনজিন বা ফিনাইল সায়ানাইড ও কিউপ্রাস ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



ফিনাইল সায়ানাইডকে লঘু HCl এসিডসহ গরম করলে এটি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে বেনজোয়িক এসিড উৎপন্ন করে।

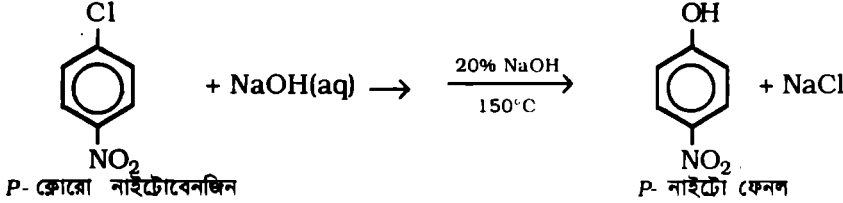


ফিনাইল সায়ানাইড

বেনজোয়িক এসিড

এসব প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় আয়োডিন সর্বাণেক্ষ দ্রুত প্রতিস্থাপিত হয়। তারপর ব্রোমিন এবং ক্লোরিন সর্বাণেক্ষ ধীরে প্রতিস্থাপিত হয়।

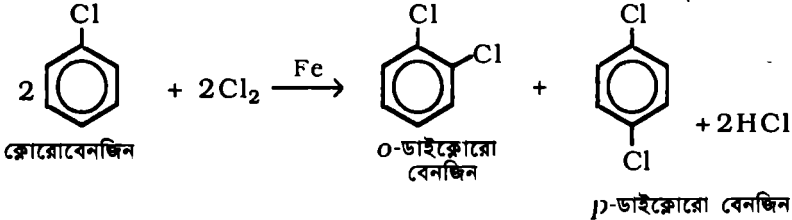
কিন্তু অ্যারাইল হ্যালাইডে অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে এক বা একাধিক নাইটো মূলক যুক্ত থাকলে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া কিছুটা সহজে ঘটে। প্যারাক্লোরোনাইটো বেনজিনকে 200°C তাপমাত্রায় কস্টিক সোডা দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে প্যারোনাইটো ফেনল উৎপন্ন হয়। যেমন,



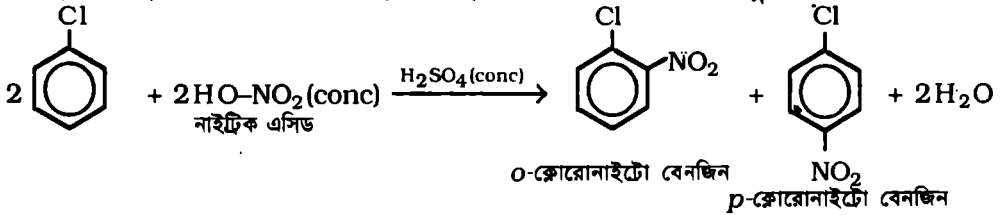
৬.২.২.২ ক্লোরোবেনজিনের বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন Electrophilic substitution in chlorobenzene

ক্লোরোবেনজিনের Cl পরমাণু দুই প্রকার প্রভাব বেনজিন বলয়ে প্রদর্শন করে। একটি হল বেনজিন বলয় থেকে ইলেকটন Cl পরমাণুর দিকে টেনে নেওয়া, একে Cl পরমাণুর ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (-I) বলা হয়। অপরটি হল Cl পরমাণুর ওপর তিনটি নিঃসঙ্গ ইলেকটন যুগল থেকে ইলেকটন ঘনত্ব মেসোমারিক ফল (+M) দ্বারা বেনজিন বলয়ে প্রবেশ করা। উভয় প্রভাবের ফলে ক্লোরোবেনজিনের সক্রিয়তা বেনজিনের তুলনায় সামান্য পরিবর্তিত হয় এবং দ্বিতীয় আগমনকারী ইলেকট্রোফাইলকে অর্ধো অথবা প্যারা অবস্থানে আসার জন্য নির্দেশ করে।

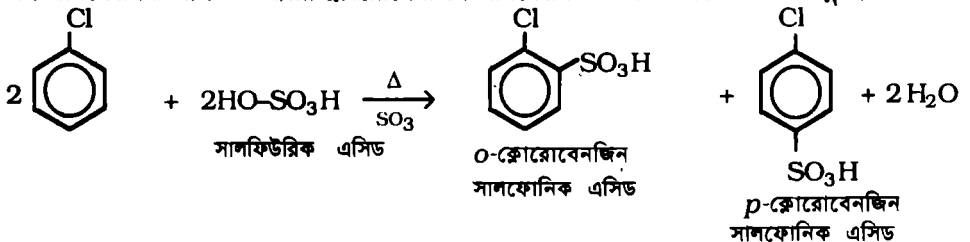
১। বেনজিন বলয়ে ক্লোরিনেশন : হ্যালাজেন বাহক যেমন, গৌহর্ঘ্যে উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিনের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে অর্ধো-ও প্যারা-ডাইক্লোরো বেনজিন ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।



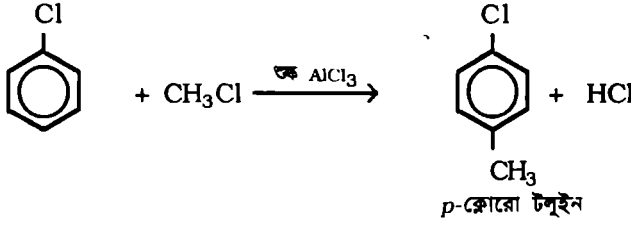
২। বেনজিন বলয়ে নাইট্রেশন : গাঢ় H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে গাঢ় HNO₃ এর সাথে ক্লোরোবেনজিনের বিক্রিয়ায় অর্ধো-ক্লোরোনাইটো বেনজিন ও প্যারা-ক্লোরোনাইটো বেনজিন এবং পানি উৎপন্ন হয়।



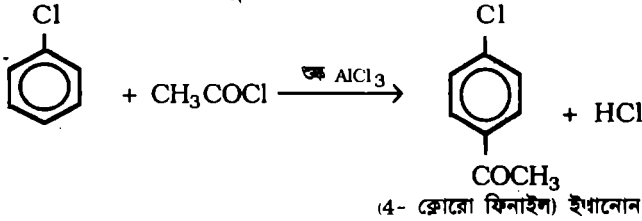
৩। বেনজিন বলয়ে সালফোনেশন : ধূমায়িত H₂SO₄ এর সাথে ক্লোরোবেনজিনকে উত্তপ্ত করলে অর্ধো-ক্লোরোবেনজিন সালফোনিক এসিড ও প্যারা ক্লোরোবেনজিন সালফোনিক এসিড এবং পানি উৎপন্ন হয়।



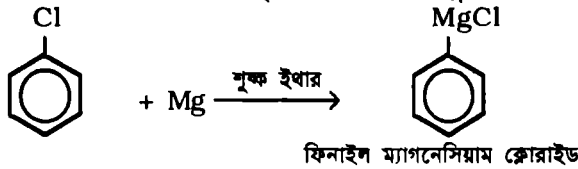
৪। অ্যালকাইলেশন : মিথাইল ($-\text{CH}_3$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন (ফ্রিডেল ক্রাফ্টস বিক্রিয়া) : শুষ্ক AlCl_3 এর উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিন ও মিথাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ার ফলে 1-ক্লোরো-4-মিথাইল বেনজিন বা *p*-ক্লোরো টলুইন উৎপন্ন হয়।



অনুরূপভাবে, শুষ্ক AlCl_3 এর উপস্থিতিতে ইথানোয়িল ক্লোরাইড (CH_3COCl) এর সাথে ক্লোরোবেনজিনের বিক্রিয়ায় (4-ক্লোরো ফিনাইল) ইথানোন উৎপন্ন হয়।



৫। গ্রিগনার্ড বিকারকের সংশ্লেষণ : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত ক্লোরোবেনজিন ৷ ধাতব ম্যাগনেসিয়ামের বিক্রিয়ার ফলে ফিনাইল ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড নামক গ্রিগনার্ড বিকারক উৎপন্ন হয়।



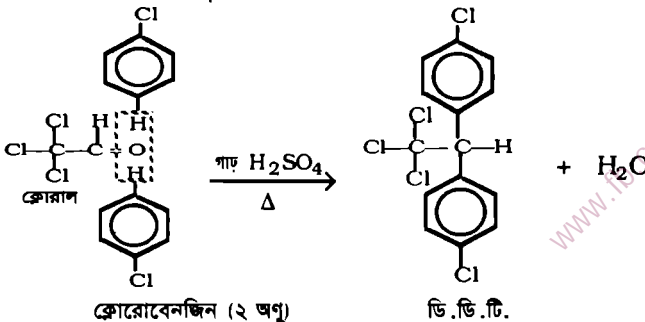
৬.২৩ হ্যালোজেনো অ্যারিনের ব্যবহার (Uses of halogeno arenes)

হ্যালোজেনো অ্যারিন বিভিন্ন ধরনের গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক যৌগ তৈরিতে মাধ্যমিক যৌগরূপে ব্যবহৃত হয়। যেমন, ক্লোরোবেনজিন থেকে (১) অ্যানিলিন, ফেনল, ডি. ডি. টি. (D. D. T) প্রভৃতি উৎপাদন করা হয় এবং (২) দ্রাবক হিসেবে ক্লোরোবেনজিন ব্যবহৃত হয়।

৬.২৩.১ ডি.ডি.টি. (D. D. T.)

প্যারা-প্যারা-ডাইক্লোরো-ডাইফিনাইল-টাইক্লোরো ইথেনের সর্ধক্ষিপ্ত নাম ডি. ডি. টি।

প্রস্তুতি : গাঢ় সালফিউরিক এসিডের উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিনকে ক্লোরাল বা টাইক্লোরো অ্যাসিট্যালডিহাইড এর সাথে উত্তপ্ত করলে ডি. ডি. টি. উৎপন্ন হয়।



(ক) ধর্ম ও ব্যবহার : ডি. ডি. টি. হল একটি কঠিন পদার্থ। এর গলনাঙ্ক $109^\circ - 110^\circ\text{C}$ । শক্তিশালী জীবাণুনাশক ও কীটনাশক হিসেবে ডি. ডি. টি. প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

৬.২৪ হ্যালোজেনো অ্যালকেন (RX) ও হ্যালোজেনো অ্যারিন (ArX) এর মধ্যে তুলনা (Comparison between RX and ArX)

সারণি ৬.১ : হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও হ্যালোজেনো অ্যারিনের বিভিন্ন ধর্মের তুলনা

বিকারক	হ্যালোজেন অ্যালকেন, RX	হ্যালোজেনো অ্যারিন, RrX
সাদৃশ্যধর্ম :		
১। NaOH(aq) :	১। অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। OH দ্বারা -X এর প্রতিস্থাপন। $RX + NaOH(aq) \rightarrow ROH + NaX$	১। এক্ষেত্রে X কে -ONa প্রতিস্থাপন করে; পরে আর্দ্রবিশ্লেষণে ফেনল উৎপন্ন হয়। $ArX + NaOH \xrightarrow{\Delta} ArOH + NaX$
২। গ্রিগনার্ড বিকারক গঠন:	২। শুষ্ক ইথারে Mg সহ বিক্রিয়ায় RMgX উৎপন্ন করে। $RX + Mg \xrightarrow[\text{ইথার}]{\text{শুষ্ক}} RMgX$	২। শুষ্ক ইথারে Mg সহ বিক্রিয়ায় ArMgX উৎপন্ন করে। $ArX + Mg \xrightarrow[\text{ইথার}]{\text{শুষ্ক}} ArMgX$
৩। শুষ্ক ইথারে Na ধাতু :	৩। উর্টজ বিক্রিয়ায় অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। $2RX + 2Na \xrightarrow[\text{ইথার}]{\text{শুষ্ক}} R-R + 2NaX$	৩। উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়ায় অ্যারিন উৎপন্ন হয়। $ArX + 2Na + R-X \xrightarrow[\text{ইথার}]{\text{শুষ্ক}} Ar-R + 2NaX$
বৈসাদৃশ্য ধর্ম :		
৪। NaCN (aq) সহ :	৪। অ্যালকাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। $RX + NaCN \longrightarrow RCN + NaX$	৪। উত্তম পিরিডিনে Cu ₂ (CN) ₂ সহ বিক্রিয়ায় ফিনাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। $ArX + Cu_2(CN)_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{পিরিডিন}} ArCN + Cu_2X_2$
৫। NH ₃ (aq) সহ:	৫। অ্যালকাইল অ্যামিন উৎপন্ন হয়। $RX + NH_3 \xrightarrow{\Delta} R-NH_2 + HX$	৫। উচ্চ তাপে ও চাপে Cu ₂ O ও NH ₃ সহ বিক্রিয়ায় অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়। $C_6H_5Cl + NH_3 \xrightarrow[Cu_2O]{\Delta} C_6H_5NH_2$
৬। ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন :	৬। নাইট্রেশন, সালফোনেশন, ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া ঘটে না।	৬। নাইট্রেশন, সালফোনেশন ও ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া ঘটে।

৬ষ্ঠ অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। অ্যালকেন অণু থেকে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপনের ফলে উৎপন্ন যৌগকে হ্যালোজেনো অ্যালকেন বা অ্যালকাইল হ্যালাইড বলে। এছাড়া পলি হ্যালো যেমন ডাইহ্যালো, টাইহ্যালো অ্যালকেন হল যথাক্রমে দুটি ও তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে সমসংখ্যক হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত যৌগ, যেমন, মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl) হল হ্যালোজেনো অ্যালকেন বা অ্যালকাইল হ্যালাইডের সদস্য, মিথিলিন ক্লোরাইড (CH_2Cl_2) হল ডাইহ্যালো অ্যালকেনের সদস্য, ক্লোরোফরম (CHCl_3) হল টাইহ্যালো অ্যালকেনের সদস্য। জেনেভা বা ইউপ্যাক পদ্ধতিতে এদেরকে অ্যালকেনের হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত যৌগ হিসেবে নামকরণ করা হয়।

২। হ্যালোজেনো অ্যালকেনের চেইন সমাণুতা ও অবস্থান সমাণুতা নামে দুই প্রকার সমাণুতা সম্ভব।

৩। অ্যালকোহলের সাথে অনার্দ্র জিৎক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে HCl গ্যাসের বিক্রিয়ায় হ্যালোজেনো অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। এছাড়া অ্যালকোহল ও ফসফরাস হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় RX উৎপন্ন হয়।

৪। হ্যালোজেনো অ্যালকেনে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন ঘটে। এটা এক আণবিক ($\text{S}_{\text{N}}1$) ও দ্বিআণবিক ($\text{S}_{\text{N}}2$) হতে পারে। 1° অ্যালকাইল হ্যালাইড $\text{S}_{\text{N}}1$ বিক্রিয়ার কৌশল অনুসরণ করে। 3° অ্যালকাইল হ্যালাইড $\text{S}_{\text{N}}2$ কৌশল অনুসরণ করে। এসব বিক্রিয়া জলীয় KOH দ্রবণের উপস্থিতিতে ঘটে। অ্যালকোহলীয় KOH এর দ্রবণের উপস্থিতিতে অ্যালকাইল হ্যালাইডের অণুতে অপসারণ বিক্রিয়াও ঘটে থাকে। তখন অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। Mg ধাতুর সাথে ইথার দ্রবণে RX এর বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড (RMgX) উৎপন্ন হয়। এটিকে গ্রিগনার্ড বিকারক বলা হয়।

৫। মিথেনের চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু ক্লোরিন দ্বারা সরালে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) উৎপন্ন হয়। রেশম জাত কাপড়ের ড্রাই ওয়াশিং এটা দ্বারা করা যায়। মিথেনের হাইড্রোজেন পরমাণু ক্লোরিন ও ফ্লোরিন দ্বারা একত্রে সরালে ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন (সি. এফ. সি) নামক যৌগ তৈরি হয়। এটা হিমায়ন যন্ত্রে ও এরোসল তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। 'গ্রিন হাউস এক্ট' এর সাথে এসব যৌগের সম্পর্ক আছে। এদের অপর নাম ফ্লিয়ারনস।

৬। হ্যালোজেনো অ্যালকেন যৌগে হ্যালোজেন পরমাণুটি বেনজিন বলয়ে যুক্ত থাকে যেমন, ক্লোরোবেনজিন। ক্লোরোবেনজিনে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা ফেনল, অ্যানিলিন, ফিনাইল সায়ানাইড, [বেনজোয়িক এসিড] প্রস্তুত করা যায়।

ক্লোরোবেনজিন থেকে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মাধ্যমে ক্লোরিনেশন দ্বারা *o-p* ডাইক্লোরো বেনজিন, *o-p* ক্লোরো নাইট্রোবেনজিন, *o-p* ক্লোরোবেনজিন সালফোনিক এসিড প্রস্তুত করা যায়।

৭। হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও পলিহ্যালাজেনো অ্যালকেনসমূহ তৈল চর্বির উত্তম দ্রাবক। এছাড়া এসব যৌগকে তরলীভূত করে হিমায়ক যন্ত্রের তরলরূপে, এরোসল স্প্রে এর দ্রাবকরূপে, অগ্নিনির্বাপকরূপে ও চেতনানাশকরূপে অস্ত্রোপচারে ব্যবহার করা হয়। হ্যালোজেনো অ্যালকেনসমূহ খুবই সক্রিয় যৌগ হওয়ায় বিভিন্ন অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগ তৈরিতে এরা মাধ্যমিক যৌগ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অনুরূপভাবে হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে বিভিন্ন অ্যারোমেটিক যৌগ প্রস্তুত করা যায়। অর্থাৎ বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগ সংশ্লেষণ কাজে হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ভূমিকা রয়েছে।

৮। CFC যৌগসমূহ হল অন্যতম গ্রিন হাউস গ্যাস এবং এরা ওজোন স্তরের ক্ষতি করে।

অনুশীলনী-৬ : প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। হ্যালোজেনো অ্যালকেন কী? হ্যালোজেনো অ্যালকেন বা অ্যালকাইল হ্যালাইডের দুটি প্রস্তুত প্রণালী সমীকরণসহ লেখ।
- ২। (ক) পরীক্ষাগারে আয়োডো মিথেন (CH_3I) প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
[কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০]
(খ) পরীক্ষাগারে ব্রোমো ইথেন ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$) প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- ৩। $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ এর ক্ষেত্রে প্রতিস্থাপন, অপসারণ ও ধাতুসহ বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।
- ৪। (ক) নিউক্লিওফিলিক বা কেন্দ্রাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া কী? উদাহরণ দাও। [কু.বো. ২০০৭; সি.বো. ২০০৮]
(খ) হ্যালোজেনো অ্যালকেনের $\text{S}_{\text{N}}1$ বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম উদাহরণসহ লেখ। [চা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
(গ) হ্যালোজেনো অ্যালকেনের $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়ার মেকানিজম উদাহরণসহ আলোচনা কর। [চা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮]
(ঘ) হ্যালোজেনো অ্যালকেনের প্রতিস্থাপনের বেলায় $\text{S}_{\text{N}}1$ ও $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়ার তুলনা কর। [য. বো. ২০০৯]
(ঙ) $\text{S}_{\text{N}}1$ বিক্রিয়া কী? $\text{S}_{\text{N}}1$ ও $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়ার কৌশল দেখাও। [সি. বো. ২০১১]
(চ) $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়া কী? $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়ার কৌশল লেখ। [কু. বো. ২০০৯]
- ৫। (ক) RX এর β অপসারণ বিক্রিয়া কী? উদাহরণসহ লেখ।
(খ) এক আণবিক অপসারণ বিক্রিয়া (E_1) ও দ্বিআণবিক অপসারণ বিক্রিয়া (E_2) এর মেকানিজম উদাহরণসহ লেখ।
- ৬। (ক) হ্যালোফরম কী? পরীক্ষাগারে ইথানল থেকে ক্লোরোফরম বা ট্রাইক্লোরো মিথেন প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। [চা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯, ২০১১; সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
(খ) পরীক্ষাগারে ক্লোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি ও চিত্রসহ পশ্চতির বর্ণনা কর।
(গ) পরীক্ষাগারে অ্যাসিটোন থেকে ক্লোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ।
(ঘ) হ্যালোফরম কী? ইথানল হতে আয়োডোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি লেখ। [চা. বো. ২০০৮]
- ৭। (ক) কেন্দ্রাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অ্যারাইল হ্যালাইড অপেক্ষা অ্যালকাইল হ্যালাইড বেশি সক্রিয় হয়— ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২০০৭]
(খ) ক্লোরোবেনজিনে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন উদাহরণসহ আলোচনা কর।
- ৮। হ্যালোজেনো অ্যালকেন (RX) ও হ্যালোজেনো অ্যারিন (ArX) এর মধ্যে তিনটি করে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য বিক্রিয়া লেখ।

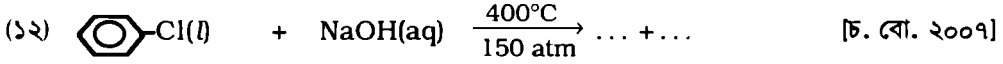
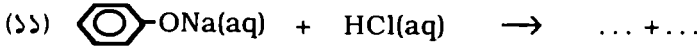
খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

(ক) টীকা লেখ :

- ১। (ক) গ্রিগনার্ড বিকারক [চা. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৯]
- (খ) উর্টজ বিক্রিয়া [রা. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১১]
- (গ) C. F. C [চ. বো. ২০০৭]
- (ঘ) ওয়েস্ট্রন ও ওয়েস্ট্রোসল।
- (ঙ) ডি. ডি. টি. (D.D. T) [সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]
- (চ) কাঁদুনে গ্যাস [চা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১]

(খ) বিভিন্ন যৌগ সংশ্লেষণ :

- ১। (ক) CH_3I থেকে (১) ইথেন [দি. বো. ২০১১]
 (২) মিথানল
 (৩) ইথানোয়িক এসিড [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১১;
 কু. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০০৯]
 (৪) অ্যামিনো মিথেন [ঢা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৮]
 (৫) ইথাইল অ্যামিন [চ. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০]
- (খ) CH_3I ও Na ধাতুর ইথার দ্রবণে বিক্রিয়ায় কী ঘটে? [চ. বো. ২০০৯]
 (গ) অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে কার্বঞ্জিলিক এসিড প্রস্তুতি।
- ২। (ক) গ্রিগনার্ড বিকারক কী? গ্রিগনার্ড বিকারক (RMgX) থেকে নিম্নোক্ত যৌগ সংশ্লেষণ কর :
 (খ) কার্বঞ্জিলিক এসিড [ঢা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮;
 সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৭; রা. বো. ২০১০]
 (গ) 1° অ্যালকোহল [কু. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]
 (ঘ) 2° অ্যালকোহল [চ. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]
 (ঙ) 3° অ্যালকোহল
 (চ) কিটোন [2° অ্যালকোহলের জারণ]
 (ছ) হাইড্রোকার্বন (C_2H_6) , [কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৭, ২০০৯]
 (জ) গ্রিগনার্ড বিকারককে পানিসহ উত্তপ্ত করলে কী ঘটে? [চ. বো. ২০০৯]
- ৩। (ক) ব্রোমো বেনজিন থেকে টলুইন
 (খ) ক্লোরো বেনজিন থেকে কীরূপে প্রস্তুত করা যায়- [চ. বো. ২০০৭]
 (i) ফেনল, (ii) ডি.ডি.টি.
 (গ) CHCl_3 থেকে ফিনাইল আইসো সায়ানাইড কীরূপে প্রস্তুত করা যায়? [চ. বো. ২০০৭]
 (ঘ) CHCl_3 থেকে ক্লোরোপিক্রিন কীরূপে প্রস্তুত করা যায়? [চ. বো. ২০০৯]
- ৪। শর্ত উল্লেখপূর্বক নিম্নলিখিত বিক্রিয়ার সমীকরণের ডান দিক পূর্ণ কর :
- (১) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \dots$
 (২) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Br} + \text{HBr} \rightarrow$
 (৩) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{P}(\text{লাল}) + \text{I}_2 \rightarrow \dots + \dots$
 (৪) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow \dots + \dots$ [কু. বো. ২০০৮;
 রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৮]
 (৫) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH}(\text{alc}) \rightarrow \dots + \dots$ [রা. বো. ২০১০;
 য. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৭]
- (৬) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH}(\text{alc.}) \rightarrow \dots + \dots$
 (৭) $2\text{RX} + 2\text{Na}(\text{শুষ্ক ইথার}) \rightarrow \dots + \dots$
 (৮) $\text{RX} + \text{ArX} + 2\text{Na}(\text{শুষ্ক ইথার}) \rightarrow \dots + \dots$
 (৯) $\text{CHCl}_3 + \text{HNO}_3(\text{conc.}) \rightarrow \dots + \dots$ [ঢা. বো. ২০১১;
 কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০০৮]
- (১০) $\text{CH}_3\text{I} + \text{KCN}(\text{alc}) \rightarrow \dots + \dots \xrightarrow[\text{HCl}]{\text{H}_2\text{O}} \dots + \dots$ [কু. বো. ২০১০;
 রা. বো. ২০১০]



(গ) শনাক্তকরণ ও ব্যাখ্যা কর

- ১। ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতার পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
- ২। ক্লোরোফরমকে বাদামি রঙিন বোতলে সঞ্চারিত করা হয় কেন? [চ. বো. ২০১১; ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; ঝা. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১১]
- ৩। ক্লোরোফরম কীভাবে শনাক্ত করা হয়? [রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১০]

(ঘ) সমস্যা : রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর

১। কোন ব্রোমো জৈব যৌগ পৃথক দ্রাবকে NaOH এর সাথে বিক্রিয়ায় $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ও $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ উৎপন্ন করে। যৌগটির নাম ও বিক্রিয়া লেখ।

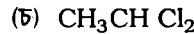
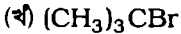
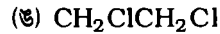
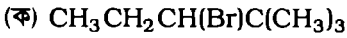
[উত্তর সংকেত : $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ এর সাথে NaOH(aq) এবং NaOH(alc)]

২। তিন কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট ১-ব্রোমো অ্যালকেনকে অ্যালকোহলীয় KOH দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে অসম্পৃক্ত 'ক' যৌগটি উৎপন্ন হয়। 'ক' যৌগটিকে Zn গুঁড়াসহ ওজোনোলাইসিস করলে মিথান্যালসহ 'খ' নামক যৌগটি উৎপন্ন হয়। প্রাথমিক যৌগটির ও 'খ' যৌগটির নাম ও সংকেত প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ লেখ।

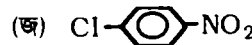
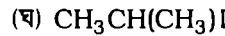
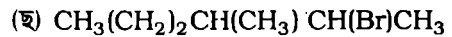
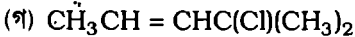
[উত্তর সংকেত : $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{Br}, \text{CH}_3\text{CHO}]$

(ঙ) যৌগের নামকরণ ও সংকেত লিখন

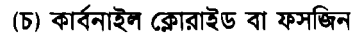
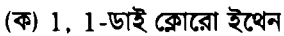
১। নিম্নোক্ত যৌগের নাম জেনেভা পদ্ধতিতে লিপিবদ্ধ কর :



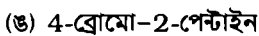
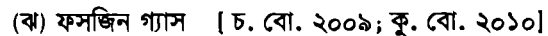
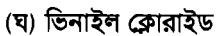
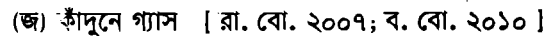
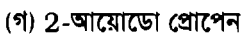
[সি. বো. ২০১০]



২। নিম্নোক্ত যৌগের গাঠনিক সংকেত লেখ :

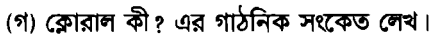
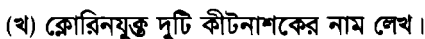


[য. বো. ২০১১]



৩। (ক) D. D. T এর পূর্ণনাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। [ঢা. বো. ২০১১;

সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]



সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন

১। হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সদস্যদের মধ্যে C-F বন্ধন সর্বাধিক পোলার, এর বন্ধন শক্তি 467 kJmol^{-1} এবং C-Cl বন্ধন পোলার, এর বন্ধন শক্তি 346 kJmol^{-1} কিন্তু C-I বন্ধন অপোলার, এর বন্ধনশক্তি 228 kJmol^{-1} । বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগ আয়োডো মিথেন থেকে সংশ্লেষণ করা সম্ভব। মিথাইল অ্যালকোহলের সাথে PI_3 এর বিক্রিয়ায় আয়োডো মিথেন উৎপন্ন হয়।

- (ক) D.D.T কী? এর গাঠনিক সংকেত লেখ। ১
- (খ) কোন ব্রোমো জৈব যৌগ পৃথক দ্রাবকে দ্রবীভূত NaOH দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ও $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ যৌগদ্বয় উৎপন্ন করে। মূল যৌগটির নাম ও সর্শ্লিষ্ট বিক্রিয়া লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, পরীক্ষাগারে আয়োডো মিথেন প্রস্তুতির মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা চিত্রসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, হ্যালোজেনো মিথেনের সদস্যদের সক্রিয়তা ক্রম লেখ। তোমার মতে, অধিক সক্রিয় হ্যালোমিথেন থেকে কীরূপে (i) CH_3OH , (ii) CH_3COOH , (iii) CH_3OCH_3 প্রস্তুত করা যায়? ৪

২। চেতনানাশকরূপে ট্রাইক্লোরো মিথেন বা ক্লোরোফরম ব্যবহৃত হয়। এ ছাড়া উন্নত চেতনানাশকরূপে ফ্লোথেন ($\text{CF}_3\text{-CHBrCl}$) ব্যবহৃত হয়। ইথানল অথবা অ্যাসিটোন থেকে ক্লোরোফরম প্রস্তুত করা হয়। ট্রাইহ্যালো মিথেনের চেয়ে মনোহ্যালো মিথেন যেমন CH_3I অধিক সক্রিয় এবং এটি নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়।

- (ক) জ্বালানি তৈলের অকটেন নাম্বার কী? ১
- (খ) কার্বানায়ন ও কার্বোনিয়াম আয়ন বলতে কী বোঝায়? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ইথানল বা অ্যাসিটোন থেকে কীরূপে ক্লোরোফরম প্রস্তুত করা হয় তার মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা চিত্রসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (S_N) বিক্রিয়া কী? হ্যালোজেনো অ্যালকেনের $\text{S}_\text{N}1$ বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য ও মেকানিজম উদাহরণসহ লেখ। ৪

৩। আয়োডো মিথেন খুবই সক্রিয় যৌগ; এটিকে মিথানল থেকে প্রস্তুত করা হয়। অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে গ্রিগনার্ড বিকারক প্রস্তুত করা হয় এবং এ বিকারক থেকে বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগ প্রস্তুত করা যায়।

- (ক) হ্যালোফরম কী? ১
- (খ) $\text{S}_\text{N}2$ বিক্রিয়া বলতে কী বোঝায়? এর উদাহরণ মেকানিজমসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, আয়োডো মিথেন প্রস্তুতির মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা চিত্রসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, গ্রিগনার্ড বিকারক কী? গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে তুমি কীরূপে (i) ইথেন, (ii) ইথানোয়িক এসিড ও (iii) 1° অ্যালকোহল প্রস্তুত করবে তা সমীকরণসহ লেখ। ৪

৪। ক্লোরোফরম দ্রাবকরূপে, পচননিবারকরূপে ও চেতনানাশকরূপে ব্যবহৃত হয়। ইথানল অথবা অ্যাসিটোন থেকে ক্লোরোফরম প্রস্তুত করা যায়। চেতনানাশকরূপে ব্যবহার করার আগে ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা পরীক্ষা করে নিতে হয়। হ্যালোফরম বিক্রিয়া এক বিশেষ যৌগশ্রেণীর বৈশিষ্ট্য।

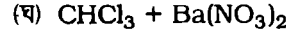
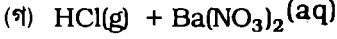
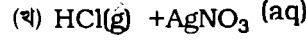
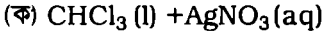
- (ক) D.D.T কী? এর গাঠনিক সংকেত লেখ। ১
- (খ) উদ্দীপকের হ্যালোফরম বিক্রিয়া বলতে কী বুঝ? উদাহরণ দাও। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ইথানল থেকে ক্লোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি ও পদ্ধতির বর্ণনা চিত্রসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, চেতনানাশকরূপে ব্যবহারের পূর্বে ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা পরীক্ষা করতে হয় কেন? বিশুদ্ধতার পরীক্ষা কীরূপে করা হয়? কীভাবে ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা সংরক্ষণ করতে হয়? ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

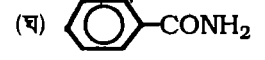
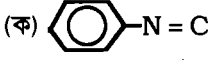
খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। কোনটি 3° হ্যালোজেনো অ্যালকেন?
- (ক) C_3H_7Br (খ) $CHCl_3$ (গ) $(CH_3)_3C-Cl$ (ঘ) $(CH_3)_2CHCl$
- ২। কোন যৌগটিতে পোলারায়ন বেশি ঘটে?
- (ক) H_3C-I (খ) H_3C-Cl (গ) H_3C-Br (ঘ) C_2H_5I
- ৩। কোন যৌগটিতে C—X বন্ধন এন্থালপি সবচেয়ে কম?
- (ক) H_3C-F (খ) H_3C-Br (গ) H_3C-I (ঘ) C_2H_5Cl
- ৪। ক্লোরোপিক্রিনের সংকেত কোনটি?
- (ক) $CHCl_3$ (খ) CHI_3 (গ) CCl_3-NO_2 (ঘ) $COCl_2$
- ৫। ফ্রিয়ন-12 এর সংকেত কোনটি?
- (ক) CCl_2F_2 (খ) CCl_3F (গ) $CClF_2-CClF_2$ (ঘ) CH_3COCl_2
- ৬। RX এর সাথে Na, Mg ধাতুর বিক্রিয়াকালে দ্রাবকরূপে ব্যবহার করতে হয় কোন যৌগ?
- (ক) শূষ্ক ইথার (খ) অ্যালকোহল (গ) কেরোসিন (ঘ) মিথানল
- ৭। কোন যৌগ কীটনাশক?
- (ক) $COCl_2$ (খ) ডিডিটি (গ) $CHCl_3$ (ঘ) CH_3Cl
- ৮। কোন যৌগ স্থানিক চেতনানাশক?
- (ক) $CHCl_3$ (খ) C_2H_5Cl (গ) CH_3I (ঘ) $COCl_2$
- ৯। কোন যৌগ অদাহ্য, অবিষাক্ত, গন্ধহীন?
- (ক) ফ্রিয়ন্স (খ) $CHCl_3$ (গ) CCl_4 (ঘ) CH_2Cl_2
- ১০। কোন যৌগ ওজোন স্তরের ক্ষতিকারক?
- (ক) CFC, (খ) CCl_4 (গ) $COCl_2$ (ঘ) CO
- ১১। কোনটি গ্রিগনার্ড বিকারকের সংকেত?
- (ক) $RMgX$, (খ) ArX , (গ) $R-X$ (ঘ) $R-I$
- ১২। অ্যালিফেটিক হ্যালোজেনো যৌগে C—X বন্ধনের কোনটি সবচেয়ে অধিক শক্তিশালী বন্ধন?
- (ক) C—F (খ) C—Cl (গ) C—Br (ঘ) C—I
- ১৩। হ্যালাইড আয়নের মধ্যে কোন আয়নটির স্থায়িত্ব সবচেয়ে কম?
- (ক) $F^-(aq)$ (খ) $Cl^-(aq)$ (গ) $Br^-(aq)$ (ঘ) $I^-(aq)$
- ১৪। হ্যালোজেনো অ্যালকেন (R—X)-এ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম হল—
- (ক) নিউক্লিওফিলিক (খ) ইলেকট্রোফিলিক (গ) জারণ-বিজারণ (ঘ) ফ্রি-রেডিকেল
- ১৫। আলো ও বায়ুর উপস্থিতিতে $CHCl_3$ এর পরিবর্তন ঘটে নিম্নরূপ—
- (ক) ফসজিন + HCl (g) (খ) ফসজিন + CO (g), (গ) ক্লোরোপিক্রিন (ঘ) ক্লোরিন + CO_2 (g)

১৬। ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা পরীক্ষায় বিক্রিয়া ঘটে, নিম্নোক্ত বিক্রিয়কের মধ্যে—



১৭। কার্বিল অ্যামিন-এর সংকেত হল নিম্নরূপ —



১৮। কোনটি D.D.T যৌগের জন্য সঠিক বৈশিষ্ট্য নয় ?

(ক) জীবাণুনাশক

(খ) কীটনাশক

(গ) কঠিন পদার্থ

(ঘ) তরল পদার্থ

১৯। C.F.C এর বেলায় কোনটি সঠিক নয় ?

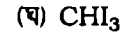
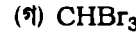
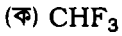
(ক) ওজোন স্তর নষ্ট করে

(খ) পচন রোধ করে

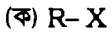
(গ) হিমায়ক যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়

(ঘ) এরোসল-স্প্রে এর দ্রাবক

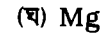
২০। হ্যালোফরমের সদস্যভুক্ত নয় কোনটি ?



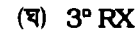
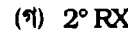
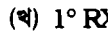
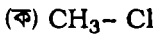
২১। গ্রিগনার্ড বিকারক তৈরিতে কোনটি অপ্রয়োজনীয় ?



(গ) শুষ্ক ইথার



২২। $\text{S}_\text{N}1$ বিক্রিয়ার জন্য কোনটি সর্বাধিক সক্রিয় ?



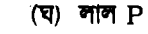
২৩। $\text{S}_\text{N}1$ বিক্রিয়ার জন্য কোনটি সঠিক নয় ?

(ক) দুই ধাপে ঘটে

(খ) প্রথম ক্রম

(গ) 1°-RX অধিক সক্রিয় (ঘ) পোলার দ্রাবকে

২৪। CH_3I প্রস্তুতিতে কোনটি অপ্রয়োজনীয় ?



২৫। $\text{CHCl}_3/\text{Br}-\text{CF}_3$ যৌগের নাম IUPAC পদ্ধতিতে কোনটি সঠিক হবে ?

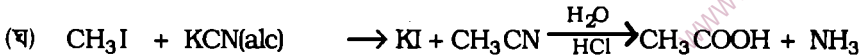
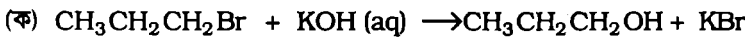
(ক) ২-ক্লোরো -২- ব্রোমো- ১,১,১- ট্রাই ফ্লোরো ইথেন

(খ) ২-ব্রোমো -২- ক্লোরো ১,১,১- ট্রাই ফ্লোরো ইথেন

(গ) ১,১,১- ট্রাই ফ্লোরো -২- ব্রোমো ২- ক্লোরো ইথেন

(ঘ) ১,১,১- ট্রাই ফ্লোরো -২- ক্লোরো -২- ব্রোমো ইথেন

২৬। নিচের কোন বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয় ?



খ-১ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (গ), ২। (খ): ৩। (গ) ৪। (গ), ৫। (ক), ৬। (ক), ৭। (খ), ৮।

(খ), ৯। (ক), ১০। (ক), ১১। (ক), ১২। (ক), ১৩। (ঘ) ১৪। (ক), ১৫। (ক), ১৬। (খ) ১৭। (ক),

১৮। (ঘ), ১৯। (খ) ২০। (ক), ২১। (খ), ২২। (ঘ) ২৩। (গ), ২৪। (খ), ২৫। (খ), ২৬। (খ)

খ-২ MCG : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের :

১। হ্যালোজেনো অ্যালকেন বলতে বোঝায় -

(i) R-X

(ii) CH₃X



কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (i), (ii) ও (iii)

(ঘ) (iii)

২। CH₃I প্রস্তুত করা সম্ভব নিম্নোক্ত বিক্রিয়ক থেকে-

(i) CH₃OH + PI₃

(ii) CH₃OH + P + I₂

(iii) CH₃OH + KI

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (ii)

(ঘ) (iii)

৩। C-X বন্ধন গঠনের বেলায় শিক্ষার্থী নিম্নোক্ত তথ্য লিখল-

(i) C-F এর বেলায় কার্বনের 2sp³ হাইব্রিড ও F এর 2p_z অরবিটালের অধিক্রমণ

(ii) C-Cl এর বেলায় কার্বনের 2sp³ হাইব্রিড ও Cl এর 3p_x অরবিটালের অধিক্রমণ

(iii) C-Br এর বেলায় কার্বনের 2sp³ হাইব্রিড ও Br এর 4p_y অরবিটালের অধিক্রমণ

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i)

(খ) (i), (ii) ও (iii)

(গ) (ii)

(ঘ) (iii)

৪। S_N1 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শিক্ষার্থী নিম্নোক্ত তথ্য দিল -

(i) দুই ধাপে ঘটে

(ii) 3°-RX এ অধিক ঘটে (iii) অপোলার দ্রাবকে বেশি ঘটে।

কোনটি সঠিক হবে -

(ক) (i)

(খ) (i) ও (ii)

(গ) (i) ও (iii)

(ঘ) (ii) ও (iii)

৫। S_N2 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শিক্ষার্থী নিম্নোক্ত তথ্য দিল -

(i) এক ধাপে ঘটে

(ii) নিউক্লিওফাইলের ঘনমাত্রা অধিক

(iii) 3°-RX

কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (i), (ii) ও (iii)

(গ) (ii) ও (iii)

(ঘ) (i) ও (iii)

৬। CH₃CH₂-X এর ক্ষেত্রে অপসারণ বিক্রিয়াটি ঘটে-

(i) NaOH(aq) সহ

(ii) NaOH(alc) সহ

(iii) ইথারীয় NaOH সহ

কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i)

(খ) (ii)

(গ) যে কোনটি

(ঘ) (iii)

৭। পরীক্ষাগারে ক্লোরোফর্ম প্রস্তুতিতে দরকার হয় -

(i) ইথানল, Ca(OCl)Cl (ii) ইথানল, Ca(OCl)Cl, পানি (iii) অ্যাসিটোন, পানি, ব্লিচিং পাউডার।

কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i)

(খ) (ii)

(গ) (ii) ও (iii)

(ঘ) (i) ও (iii)

৮। ক্লোরোফর্মের বিশুদ্ধতা সঙ্কষণে ব্যবহৃত হয় -

(i) বাদামি বোতল

(ii) 1% ইথানল

(iii) 1% H₃PO₄

কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i)

(খ) (ii)

(গ) (i) ও (ii)

(ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৯। ক্লোরোফর্ম ব্যবহৃত হয় নিম্নোক্ত ক্ষেত্রে -

(i) দ্রাবকরূপে

(ii) পচন নিবারকরূপে

(iii) ওষুধরূপে

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

১০। CFC এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নিম্নোক্ত তথ্য—

- (i) অদাহ্য গ্যাস (ii) ওজোন স্তর নষ্ট করে (iii) অগ্নি নির্বাপক

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

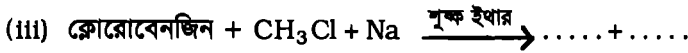
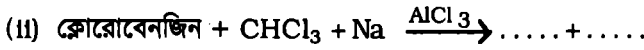
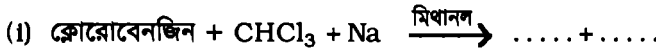
১১। ক্লোরোবেনজিনের জন্য প্রযোজ্য তথ্য হল নিম্নরূপ—

- (i) বর্ণহীন তৈলজাতীয় তরল (ii) D.D.T তৈরি করা হয় (iii) বিস্ফোরক পদার্থ

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

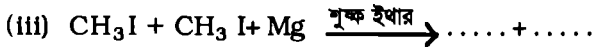
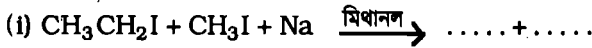
১২। নিচের কোনটি উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়ার উদাহরণ—



কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) কোনটিই নয়

১৩। নিচের কোনটি উর্টজ বিক্রিয়ার উদাহরণ—



কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) কোনটিই নয়

১৪। কোনটি কাঁদুনে গ্যাসের সংকেত হবে ?

- (i) COCl_2 (ii) CHCl_2NO_2 (iii) CCl_3NO_2

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) (খ) (ii) (গ) কোনটি নয় (ঘ) (iii)

১৫। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে সংশ্লেষণ করা যায় —

- (i) CH_3CH_3 (ii) CH_3COOH (iii) CH_3NO_2

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

খ - ২ MCG এর উত্তরমালা : ১। (ক), ২। (ক), ৩। (ক), ৪। (খ) ৫। (ক), ৬। (খ) ৭। (গ), ৮। (গ), ৯। (ক), ১০। (ক), ১১। (খ), ১২। (গ), ১৩। (খ) ১৪। (ঘ), ১৫। (খ),

খ-৩ MCQ : অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতা স্তরের :

১। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগ সংশ্লেষণ করা যায়। এ তথ্যভিত্তিক নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

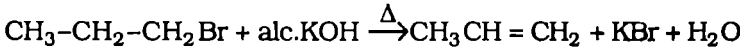
(১) গ্রিগনার্ড বিকারক প্রস্তুত করতে প্রয়োজন হয় -

(ক) R-X, Na ধাতু; (খ) R-X, Mg ধাতু, CO₂; (গ) RX, Mg, শূষ্ক ইথার (ঘ) RX, AlCl₃ শূষ্ক ইথার

(২) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে প্রস্তুত করা যায় না-

(ক) CH₃CH₃ (খ) 2° অ্যালকোহল (গ) CH₃NO₂ (ঘ) CH₃COOH

২। 1- ব্রোমো প্রোপেন ও alc. KOH দ্রবণের বিক্রিয়ার সমীকরণটি নিম্নরূপ :



এ বিক্রিয়াভিত্তিক নিম্নোক্ত (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) উৎপন্ন হাইড্রোক্যার্বনের বেলায় কোন তথ্যটি সঠিক হবে -

(ক) অপ্রতিসম অ্যালকিন (খ) চেইন সমাণুতা দেখায়

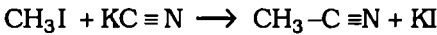
(গ) জ্বালানি গ্যাস (ঘ) অ্যালকাইন সদস্য

(২) উৎপন্ন হাইড্রোক্যার্বন যৌগটির বেলায় প্রযোজ্য হবে -

(ক) HBr সহ মারকনিকভের নিয়ম (খ) জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে

(গ) নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া দেয় (ঘ) PVC পলিমার তৈরি করা সম্ভব

৩। মিথাইল আয়োডাইড ও KCN এর বিক্রিয়ায় নিম্নোক্ত যৌগ উৎপন্ন হয় -



এ বিক্রিয়াভিত্তিক নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) উৎপন্ন জৈব যৌগের বেলায় কোন্টি সঠিক নয় ?

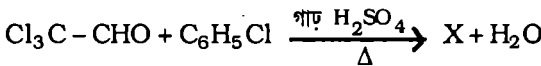
(ক) মিথাইল সায়ানাইড (খ) মিথাইল সায়ানোহাইড্রিন

(গ) ইথেন নাইট্রাইল (ঘ) একটি C-পরমাণু sp সংকরিত

(২) উৎপন্ন জৈব যৌগের আর্দ্র বিশ্লেষণে উৎপন্ন হয় কোন্টি ?

(ক) CH₃NH₂ (খ) CH₃CH₂NH₂ (গ) CH₃COOH+NH₃ (ঘ) C₂H₅OH + N₂

৪। গাঢ় H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে ক্লোরাল ও ক্লোরোবেনজিনের বিক্রিয়ায় X নামক যৌগটি উৎপন্ন হয় :



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) X নামক যৌগটির রাসায়নিক নাম হল -

(ক) D.D.T. (খ) প্যারা-প্যারা ডাইক্লোরো ট্রাই ক্লোরো ইথেন

(গ) প্যারা-প্যারা ডাইক্লোরো ডাই ফিনাইল ট্রাইক্লোরো ইথেন (ঘ) ক্লোরোফরম

(২) X নামক যৌগটির বেলায় কোন্টি সঠিক নয় -

(ক) শক্তিশালী জীবাণুনাশক (খ) কীটনাশক

(গ) পানিতে দ্রবণীয় (ঘ) কঠিন পদার্থ

খ-৩ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (১) গ, (২) গ; ২। (১) ক, (২) ক; ৩। (১) খ, (২) গ;

৪। (১) গ, (২) গ।

Id: www.facebook.com/tanbir.cox

Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks

Web: www.tanbircox.blogspot.com

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। অ্যালকোহল : সংজ্ঞা, প্রকারভেদ ও নামকরণ। প্রস্তুত প্রণালী, শিল্পোৎপাদন ও ব্যবহার।
- ২। গঠন ও বন্ধন তিরিক অ্যালকোহলের ধর্ম। 1°, 2°, 3°- অ্যালকোহলের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া।
- ৩। ফেনল : প্রস্তুত প্রণালী, শিল্পোৎপাদন, রাসায়নিক বিক্রিয়া ও ব্যবহার। অ্যালকোহল ও ফেনলের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া।
- ৪। ইথার : প্রস্তুতি, ধর্ম ও ব্যবহার। ইথারের সাথে অ্যালকোহল ও ফেনলের গাঠনিক সম্পর্ক।

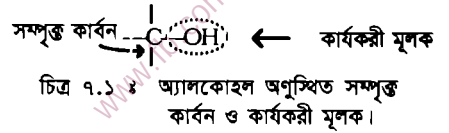
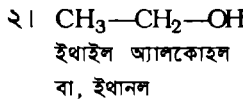
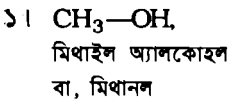
উদ্দেশ্য (Objectives)

- অ্যালিফেটিক অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথারসমূহের নামকরণ ও সমাণুতা সম্বন্ধে ধারণা লাভ।
- মিথানল, ইথানল ও ফেনলের প্রস্তুত প্রণালী ও শিল্পোৎপাদন সম্পর্কে ধারণা লাভ করা।
- গঠন ও বন্ধনের তিরিক্তে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা।
- অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথারের ব্যবহার সম্পর্কে ধারণা লাভ।

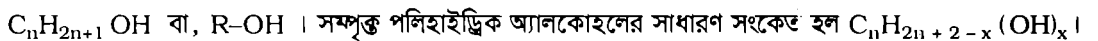
অ্যালকোহল (ALCOHOLS)

৭.১ ভূমিকা (Introduction)

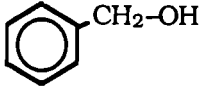
অ্যালকোহলের সংজ্ঞা : অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের অণুস্থিত সম্পৃক্ত O-পরমাণুর সাথে যুক্ত H-পরমাণু থেকে কেবল একটি H-পরমাণুকে একটি হাইড্রক্সি (-OH) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে যে সব হাইড্রক্সি যৌগ উৎপন্ন হয়, এদেরকে অ্যালকোহল বলে। সংক্ষেপে অ্যালকোহল হল মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনের স্থায়ী হাইড্রক্সি জাতক। যেমন,



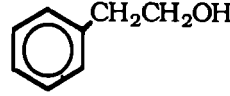
অ্যালকোহল বলতে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলকে বোঝায়। মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত হল—



কিন্তু অ্যারোমেটিক যৌগের পার্শ্বশিকলে —OH মূলক থাকলে এদেরকে অ্যারোমেটিক অ্যালকোহল বা অ্যারাইল অ্যালকোহল বলে। যেমন,



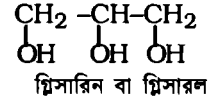
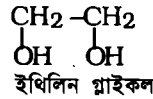
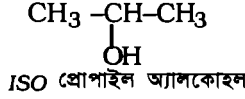
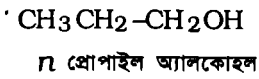
ফিনাইল মিথানল
বা, বেনজাইল অ্যালকোহল



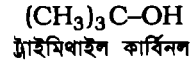
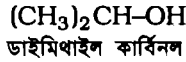
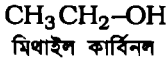
2-ফিনাইল ইথানল

৭.২ অ্যালকোহলের নামকরণ (Nomenclature of alcohols)

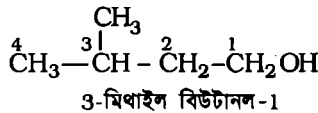
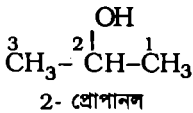
১। সাধারণ পদ্ধতি (Common or Trivial system) : এ পদ্ধতিতে অ্যালকাইল মূলক বা জৈব মূলকের সাথে অ্যালকোহল' শব্দ যোগ করা হয়। অ্যালকাইল মূলকের গঠন মতে নরমাল (n), আইসো (iso.) সেকেন্ডারি (sec.) ও টারসিয়ারি (tert.) উপসর্গ বসে।



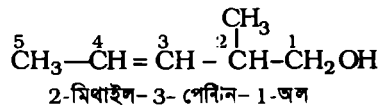
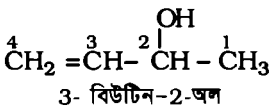
২। উদ্ভূত পদ্ধতি (Derived system) : এ পদ্ধতিতে —OH মূলকযুক্ত কার্বনকে (C-OH) একত্রে কার্বিনল (Carbinol) বলে। কার্বিনল গ্রুপের সাথে যুক্ত অ্যালকাইল মূলক সহকারে অ্যালকোহলকে কার্বিনল বলা হয়।



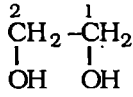
৩। জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতি : এ পদ্ধতিতে —OH মূলক যুক্ত দীর্ঘতম কার্বন শিকলকে মূল অ্যালকেন ধরা হয়। অ্যালকোহলের নামকরণের জন্য ঐ অ্যালকেন (Alkane) এর নামের শেষে 'e' এর স্থলে ol (অল) যোগ করে Alkanol = অ্যালকানল নাম রাখা হয়। (ক) কার্বন শিকলে —OH এর অবস্থান সম্ভাব্য ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় স্থির করা হয়। তারপর পার্শ্বশিকলের নামকরণের জন্য বিবেচনা করা হয়। যেমন,



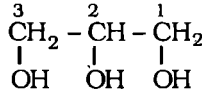
(খ) মূল কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকলে যথাক্রমে অ্যালকিনল (Alkene —e + ol) এবং অ্যালকাইনল (Alkyne —e + ol) রাখা হয়। এ সব ক্ষেত্রে —OH মূলকের অবস্থান ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় হবে।



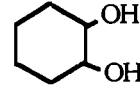
(গ) দুটি -OH মূলক ও তিনটি -OH মূলকযুক্ত অ্যালকোহলকে যথাক্রমে ডাইঅল ও ট্রাইঅল বলা হয়। যেমন,



1, 2- ইথেন ডাইঅল

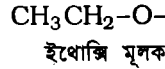
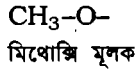


1, 2, 3- প্রোপেন ট্রাইঅল



1, 2- সাইক্লোহেক্সেন ডাইঅল

অ্যালকোহল (R-OH) এর -OH মূলক থেকে H পরমাণু পৃথক হয়ে গেলে অবশিষ্ট অংশকে অ্যালকোক্সি (R-O-) মূলক বলে। অ্যালকেন (Alkane) এর নামের অ্যান (-ane) এর স্থানে অক্সি (-oxy) শব্দ যোগ করে অ্যালকোক্সি (Alkane - ane + oxy = Alkoxy) মূলকের নামকরণ হয়। যেমন, মিথেন থেকে মিথোক্সি মূলক। তেমনি, ইথোক্সি মূলক।



৭.৩ অ্যালকোহলের শ্রেণীবিভাগ

Classification of Alcohols

অণুস্থিত - OH মূলকের সংখ্যানুসারে শ্রেণীবিভাগ :

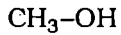
অণুস্থিত - OH মূলকের সংখ্যা অনুসারে অ্যালকোহলকে নিম্নোক্ত দু শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। যথা :

(১) মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল ও (২) পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল।

১। মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল :

সংজ্ঞা : একটি মাত্র -OH মূলক যুক্ত অ্যালকোহলসমূহকে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল বলে (mono = এক)।

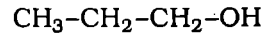
যেমন, মিথাইল অ্যালকোহল ও ইথাইল অ্যালকোহল।



মিথাইল অ্যালকোহল



ইথাইল অ্যালকোহল



প্রোপাইল অ্যালকোহল

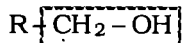
মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের শ্রেণীবিভাগ :

কার্বন শিকলে -OH মূলকের অবস্থান অনুসারে এদেরকে নিম্নোক্ত তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

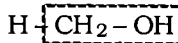
(১) প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল; (২) সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল এবং (৩) টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকোহল।

প্রাইমারি অ্যালকোহল : এসব মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে একযোজী -CH₂OH মূলক থাকে। অর্থাৎ

-OH মূলক যুক্ত কার্বন পরমাণুতে দুটি H পরমাণু থাকে এবং একটি অ্যালকাইল মূলক থাকতে পারে। যেমন,



প্রাইমারি বা 1° - অ্যালকোহল



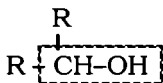
মিথানল



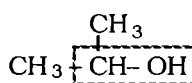
ইথানল

সেকেন্ডারি অ্যালকোহল : এ সব মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে দ্বিযোজী -CHOH মূলক থাকে। অর্থাৎ

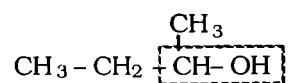
-OH মূলক যুক্ত কার্বন পরমাণুতে একটি মাত্র H পরমাণু এবং দুটি অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে। যেমন,



সেকেন্ডারি বা 2° - অ্যালকোহল

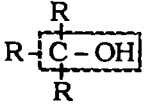


প্রোপানল-2

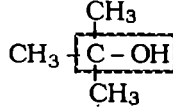


বিউটানল-2

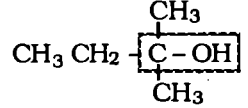
টারসিয়ারি অ্যালকোহল : এ সব মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে ত্রিযোজী - $\overset{\text{I}}{\text{C}}-\text{OH}$ মূলক থাকে। অর্থাৎ -OH মূলক যুক্ত কার্বন পরমাণুতে কোন H পরমাণু থাকে না; কিন্তু তিনটি অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে। যেমন,



টারসিয়ারি বা 3°-অ্যালকোহল



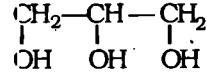
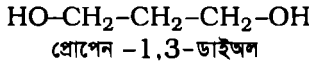
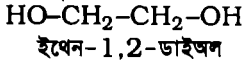
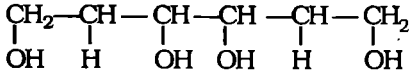
2-মিথাইল প্রোপানল-2



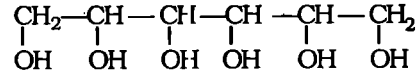
2-মিথাইল বিউটানল -2

২। পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল :

কার্বন শিকলের ভিন্ন ভিন্ন কার্বনে একের অধিক -OH মূলক যুক্ত অ্যালকোহলকে পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল বলে। পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলসমূহের মধ্যে দুটি -OH মূলক যুক্ত অ্যালকোহলকে ডাইঅল (diol) তিনটি -OH মূলক যুক্ত অ্যালকোহলকে ট্রাইঅল (triol) এবং চারটি -OH মূলক থাকলে টেট্রাঅল (tetraol) বলা হয়। এছাড়া বিশেষ নাম যুক্ত অ্যালকোহল আছে। যেমন,

গ্লিসারল
বা, প্রোপেন-1,2,3-ট্রাইঅল

হেক্সেন-1,3,4,6-ট্রিঅল



সরবিটল

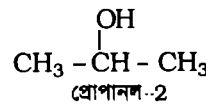
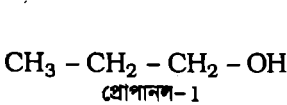
বা, হেক্সেন-1,2,3,4,5,6-হেক্সাঅল

গ্লিসারল, হেক্সেন-1,3,4,6-ট্রিঅল, সরবিটল **moisturizing cream** প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। এরা -OH মূলকের মাধ্যমে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা পানি অণুকে বায়ু থেকে আবদ্ধ করে রাখে।

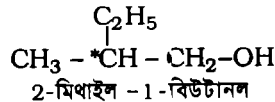
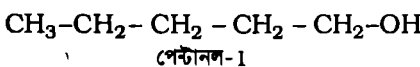
৭.৪ অ্যালকোহলের সমাণুতা Isomerism of Alcohols

মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলসমূহ নিম্নোক্ত তিন প্রকার সমাণুতা প্রদর্শন করে। যেমন,

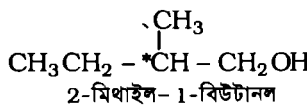
(ক) অবস্থান সমাণুতা : অ্যালকোহল অণুর কার্বন শিকলে -OH এর অবস্থানের ভিন্নতার জন্য অবস্থান সমাণুতা দেখা যায়। যেমন, প্রোপানল বা প্রোপাইল অ্যালকোহল ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$) এর নিম্নোক্ত দুটি সমাণু আছে :



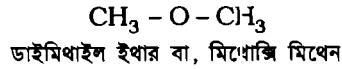
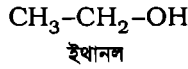
(খ) চেইন সমাণুতা : অ্যালকোহল অণুর কার্বন শিকলের ভিন্নতার কারণে চেইন সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। যেমন, পেন্টানল ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$) এর নিম্নোক্ত দুটি চেইন সমাণু আছে :



উল্লেখ্য 2-মিথাইল-1-বিউটানল হল কাইরাল (chiral) কেন্দ্র বিশিষ্ট অ্যালকোহল এর কাইরাল-কেন্দ্রটি তারকা (*) চিহ্নিত করা হয়েছে। সুতরাং 2-মিথাইল-1-বিউটানল একটি আলোক সক্রিয় যৌগ।



(গ) কার্যকরী মূলক সমাণুতা : অ্যালকোহল ও ইথার যৌগের মধ্যে কার্যকরী মূলক সমাণুতা দৃষ্ট হয়। এদের আণবিক সংকেত একই হলেও ভিন্ন কার্যকরী মূলক থাকে। ইথানল ও ডাইমিথাইল ইথার উভয়ের আণবিক সংকেত হল C_2H_6O ; কিন্তু এদের নিম্নোক্ত ভিন্ন গাঠনিক সংকেত রয়েছে :

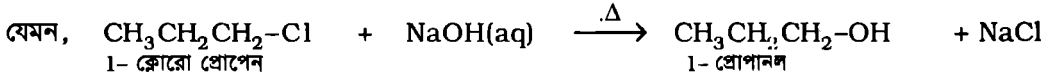
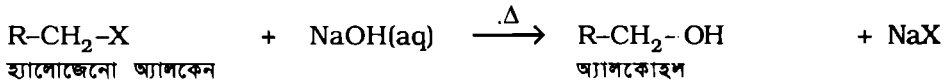


৭.৫ অ্যালকোহলের পরীক্ষাগার সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী Laboratory common methods of preparation of alcohols

মিথানল (CH_3OH) ও ইথানল (C_2H_5OH) কে শিল্পোৎপাদন পদ্ধতিতে প্রস্তুত করা হয়। অন্য সব কার্বনাইল অ্যালকোহলকে সাধারণ পদ্ধতিতে হ্যালোজেনো অ্যালকেন, অ্যালকিন, কার্বনাইল যৌগ ইত্যাদি যৌগ থেকে প্রস্তুত করা হয়।

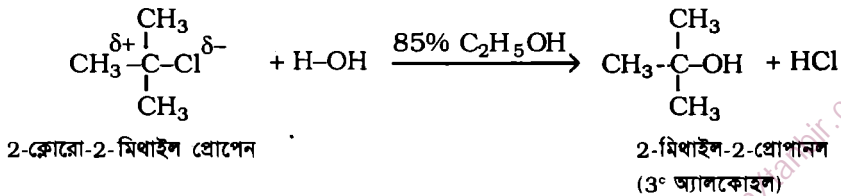
(ক) হ্যালোজেনো অ্যালকেন RX থেকে অ্যালকোহল :

১। RX এর আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় : হ্যালোজেনো অ্যালকেন ($R-X$) কে কস্টিক সোডা ($NaOH$) বা কস্টিক পটাস (KOH) এর জলীয় দ্রবণে উত্তপ্ত করে এর আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা অ্যালকোহল উৎপন্ন করা যায়।



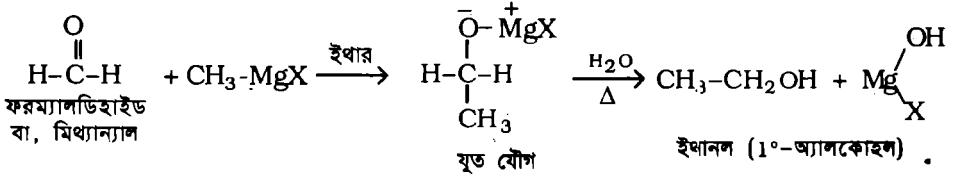
প্রাইমারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে অ্যালকোহল উৎপাদন ভাল হলেও 2° বা 3° হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে অ্যালকোহলের সাথে অ্যালকিনও উৎপন্ন হয়। দুর্বল ক্ষারক যেমন, আর্দ্র সিলভার অক্সাইড বা জলীয় K_2CO_3 ব্যবহারে উৎপাদন ভাল হয়। হ্যালোজেনো অ্যালকেন এর সক্রিয়তা ক্রম হল $R-1 > R-Br > R-Cl$ ।

২। 3° হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আর্দ্রবিশ্লেষণ : কক্ষতাপমাত্রায় ৪৫% জলীয় ইথানল দ্বারা 3° হ্যালোজেনো অ্যালকেন যেমন, ২-ক্লোরো-২-মিথাইল প্রোপেন এর আর্দ্র বিশ্লেষণে 3° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ক্ষার দ্রবণের প্রয়োজন হয় না; নিরপেক্ষ পানি অণু ($H_2\ddot{O}$) কেন্দ্রাকর্ষী বিকারকরূপে প্রক্রিয়া করে।

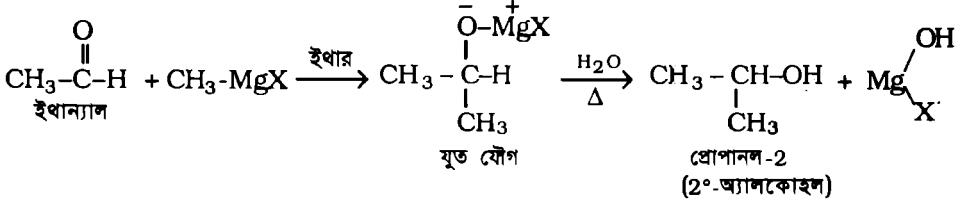


৩। হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে গ্রিগনার্ড বিক্রিয়ার সাহায্যে : বিশুদ্ধ শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও ম্যাগনেসিয়াম (Mg) এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় গ্রিগনার্ড বিকারক প্রস্তুত করা হয়। এই গ্রিগনার্ড বিকারক (ক) ফরম্যালাডিহাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ও পরে আর্দ্রবিশ্লেষণে 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। (খ) অন্য সব অ্যালডিহাইডের সঙ্গে গ্রিগনার্ড বিকারকের বিক্রিয়ায় ও পরে আর্দ্রবিশ্লেষণে 2° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। (গ) কিটোনের সঙ্গে গ্রিগনার্ড বিকারকের বিক্রিয়ায় ও পরে আর্দ্রবিশ্লেষণে 3° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। যেমন,

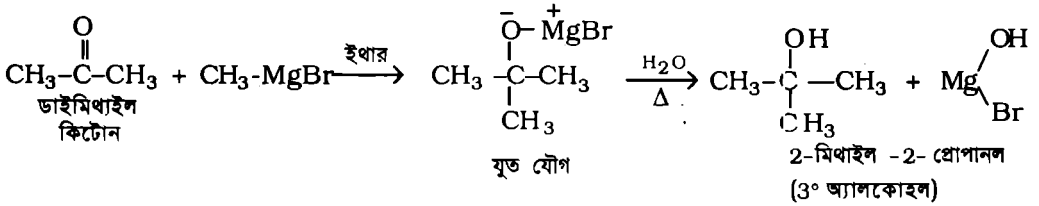
(১) প্রাইমারি অ্যালকোহল প্রস্তুতি : এক্ষেত্রে ফরম্যালডিহাইড ও গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে বিক্রিয়া ঘটানো হয়। পরে উৎপন্ন যুত যৌগকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



(২) সেকেন্ডারি অ্যালকোহল প্রস্তুতি : এক্ষেত্রে ফরম্যালডিহাইড বাদে অন্য অ্যালডিহাইড ও RMgX এর মধ্যে বিক্রিয়া ঘটানো হয়। পরে উৎপন্ন যুত যৌগকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে 2° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

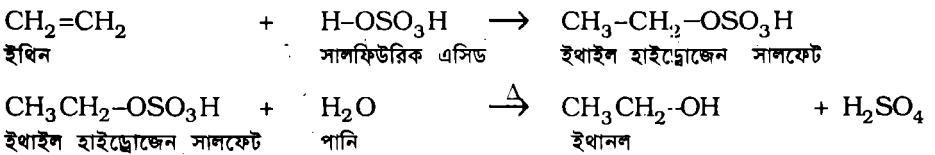


(৩) টারসিয়ারি অ্যালকোহল প্রস্তুতি : এক্ষেত্রে কিটোন যেমন, ডাইমিথাইল কিটোন ও গ্রিগনার্ড বিকারকের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটানো হয়। পরে উৎপন্ন যুত যৌগকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে 3° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



(খ) অ্যালকিন থেকে অ্যালকোহল প্রস্তুতি :

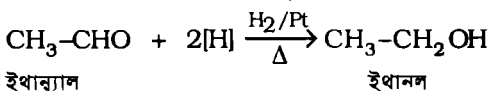
১। পানি সংযোজন প্রক্রিয়ায় : প্রথমে অ্যালকিন ও গাঢ় H_2SO_4 এসিডের যুত বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন করা হয়। শেষে প্রাপ্ত যৌগকে পানিসহ উত্তপ্ত করলে তা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



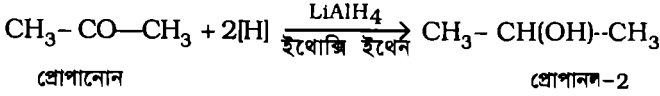
(গ) কার্বনাইল যৌগ থেকে অ্যালকোহল :

বিজারণ প্রক্রিয়ায় : কার্বনাইল মূলক যুক্ত যৌগ যেমন, অ্যালডিহাইড ($\text{R}-\text{CHO}$), কিটোন (R_2CO) ও কার্বক্সিলিক এসিড ($\text{R}-\text{COOH}$) কে সঠিক বিজারণের ফলে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণু যুক্ত অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। অধিক চাপ ও উত্তপ্ত প্রভাবক যেমন, Ni, Pt বা Pd সহ H_2 অথবা নিষ্ক্রিয় দ্রাবকে যেমন, ইথোক্সি ইথেনে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট বা লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড (LiAlH_4) উত্তম বিজারকরূপে এক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। যেমন,

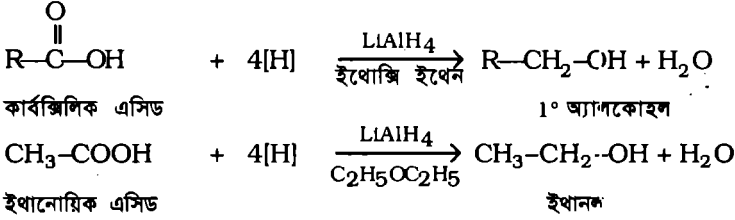
(১) অ্যালডিহাইডকে উত্তপ্ত প্লাটিনাম প্রভাবক ও H_2 দ্বারা বিজারিত করে 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন করা হয়।



(২) কিটোনকে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করে ২° অ্যালকোহল উৎপন্ন করা হয়।

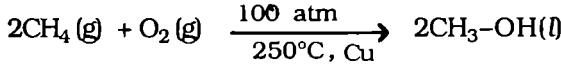


(৩) ডাইইথাইল ইথার (বা ইথোজি ইথেন) এ দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা কার্বক্সিলিক এসিডকে বিজারিত করে ১° অ্যালকোহল উৎপন্ন করা হয়।

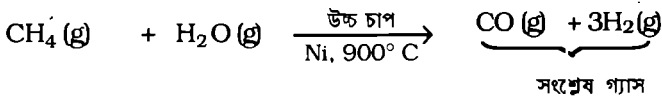


৭.৬ মিথাইল অ্যালকোহল বা মিথানল (CH₃OH) এর শিল্পোৎপাদন Manufacture of methyl alcohol or methanol

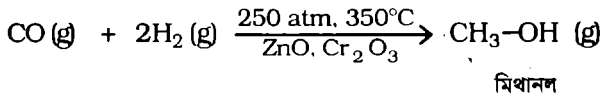
১। (ক) প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে CH₃OH উৎপাদন : প্রাকৃতিক গ্যাস [৭৫% CH₄ সহ অবশিষ্ট C₂H₆, C₃H₈] এর অন্যতম উপাদান মিথেন গ্যাসকে পৃথক করে অক্সিজেনের সঙ্গে (3 : 1 আয়তনে) মিশিয়ে 100 atm চাপে ও 250°C তাপমাত্রায় উত্তম প্রভাবকরূপী কপার নলের মধ্য দিয়ে চালনা করলে মিথেন জারিত হয়ে মিথানল উৎপন্ন হয়। [আমেরিকায় এ পদ্ধতিতে মিথানল উৎপাদন করা হয়।]



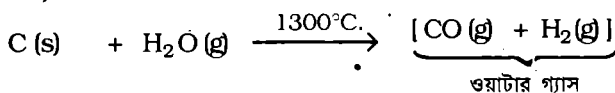
(খ) সংশ্লেষ গ্যাস থেকে CH₃OH উৎপাদন : প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান মিথেন (CH₄) গ্যাসকে পৃথক করা হয়। উক্ত মিথেনকে স্টিমসহ উচ্চচাপে ও প্রায় 900°C তাপমাত্রায় উত্তম নিকেল প্রভাবকের ওপর চালনা করলে সংশ্লেষ গ্যাস (synthetic gas) উৎপন্ন হয়।



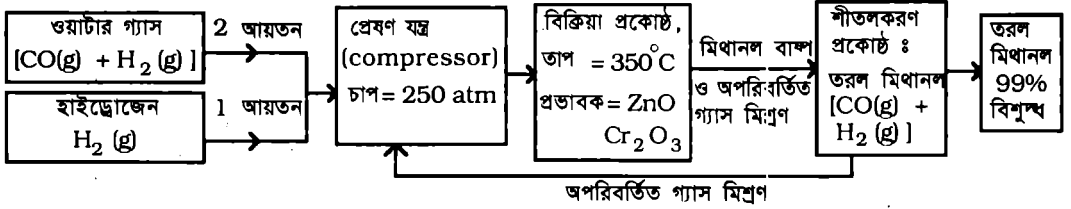
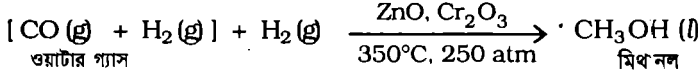
প্রাপ্ত সংশ্লেষ গ্যাসকে 200 - 300 atm চাপে এবং 300° - 400°C তাপমাত্রায় উত্তম জিংক অক্সাইড ও ক্রোমিক অক্সাইড মিশ্র প্রভাবকের ওপর চালনা করলে মিথানল উৎপন্ন হয়।



২। ওয়াটার গ্যাস থেকে CH₃OH সংশ্লেষণ : বর্তমানে পৃথিবীতে উৎপাদিত মিথানলের প্রায় ৭০% ওয়াটার-গ্যাস (CO + H₂) থেকে সংশ্লেষণ করা হয়। ওয়াটার গ্যাস হল CO গ্যাস ও H₂ গ্যাসের সমমোলার মিশ্রণ। লোহিত তপ্ত কোক (1300°C) ও স্টিম থেকে ওয়াটার গ্যাস উৎপাদন করা হয়।



ওয়াটার গ্যাস ও কমপক্ষে এর অর্ধেক আয়তন পরিমাণ H_2 গ্যাসের মিশ্রণকে 200 – 300 atm চাপে এবং 300°– 400°C তাপমাত্রায় উত্তম জিংক অক্সাইড ও ক্রোমিক অক্সাইড মিশ্র প্রভাবকের ওপর দিয়ে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে চালনা করলে CO ও H_2 এর সংযোজনে মিথানল উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন মিথানলের বাষ্পকে শীতল করে তরল মিথানলকে সংগ্রহ করা হয়। অপরিবর্তিত গ্যাস মিশ্রণকে পুনরায় বিক্রিয়া স্তম্ভে পাঠানো হয়। এ পদ্ধতিতে উৎপাদিত মিথানলের বিশুদ্ধতা প্রায় 99% হয়।



চিত্র ৭.২ : ওয়াটার গ্যাস ও H_2 গ্যাস থেকে মিথানল উৎপাদনের প্রবাহচিত্র

মিথানলের ভৌত ধর্ম : মিথাইল অ্যালকোহল মিষ্ট গন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল, স্ফুটনাঙ্ক 65°C। মিথানল পানিতে যে কোন অনুপাতে দ্রবণীয়। অন্যান্য জৈব দ্রাবকেও তা দ্রবণীয়। এর আঃ গুরুত্ব হল 0.792। মিথানল নেশা উৎপাদক ও অতিমাত্রায় বিষাক্ত। এটা পান করলে মদমত্ততা, দৃষ্টিহীনতা এবং অবশেষে মৃত্যু ঘটে।

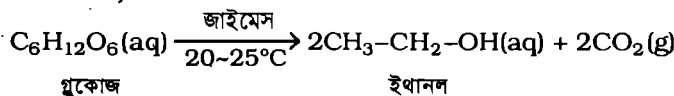
৭.৭ ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল (CH_3CH_2OH) এর শিল্পোৎপাদন Manufacture of ethyl alcohol or ethanol

অ্যালকোহল সমগোত্রীয় শ্রেণীর দ্বিতীয় সদস্য ও সবচেয়ে বেশি গুরুত্বপূর্ণ অ্যালকোহল হল ইথাইল অ্যালকোহল। তাই ‘অ্যালকোহল’ বলতে ইথাইল অ্যালকোহলকে বোঝায়। নিম্নোক্ত ফারমেন্টেশন বা গাঁজন পদ্ধতিতে ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানলের শিল্পোৎপাদন করা হয়। শ্বেতসার, চিটাগুড় বা মোলাসেস্ ও সেলুলোজ থেকে এ পদ্ধতিতে বাণিজ্যিকভাবে ইথানল প্রস্তুত করা হয়। বাংলাদেশে চিনি শিল্পের উপজাত মোলাসেস্ থেকে ইথানল উৎপাদন বেশ লাভজনক বটে।

৭.৭.১ ফারমেন্টেশন বা গাঁজন প্রক্রিয়ায় ইথানলের শিল্পোৎপাদন Manufacture of ethanol by fermentation

মূলনীতি : গ্লুকোজের লঘু 10% জলীয় দ্রবণে ঙ্গস্ট কোষ যোগ করে প্রায় 20~25°C উষ্ণতায় কয়েক ঘণ্টা রেখে দিলে ঐ ঙ্গস্ট থেকে নিঃসৃত ‘জাইমেস’ নামক এনজাইমের প্রভাবে গ্লুকোজ অণু বিয়োজিত হয়ে ইথানল ও বৃদ্ধবৃদ্ধসহ CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। এটি একটি গাঁজন বা ফারমেন্টেশন প্রক্রিয়া।

জটিল অণুবিশিষ্ট জৈব যৌগ যেমন, কার্বোহাইড্রেটকে এনজাইম নামক জটিল পদার্থের প্রভাবে বিয়োজিত বা আর্দ্র বিশ্লেষণ করে অপেক্ষাকৃত সরল, ক্ষুদ্র অণুবিশিষ্ট পদার্থে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে ফারমেন্টেশন বা চোলাইকরণ বা গাঁজন বলে। যেমন,



ফারমেন্টেশন পদ্ধতিতে ইথানল উৎপাদনে গ্লুকোজের উৎসরূপে নিম্নোক্ত দু’শ্রেণীর কার্বোহাইড্রেট ব্যবহৃত হয়।

(১) শ্বেতসার বা স্টার্চ $[(C_6H_{10}O_5)_n]$ জাতীয় পদার্থ; যেমন, আলু, গম, চাউন, বার্লি, ভুট্টা ইত্যাদি।

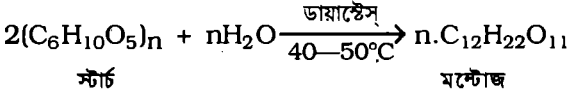
(২) ডাইস্যাকারাইড $(C_{12}H_{22}O_{11})$ জাতীয় পদার্থ; যেমন, চিটাগুড় বা মোলাসেস, চিনি, ইক্ষুরস, বীট ইত্যাদি।

(১) শ্বেতসার বা স্টার্চ থেকে ইথানল উৎপাদন

প্রক্রিয়ার বর্ণনা : শ্বেতসার থেকে ফারমেন্টেশন পদ্ধতিতে ইথানল উৎপাদন দুটি বিশেষ ধাপে সম্পন্ন হয়। প্রথম ধাপে, স্টার্চ $(C_6H_{10}O_5)_n$ কে মল্টোজ নামক সুগারে $(C_{12}H_{22}O_{11})$ পরিণত করা এবং দ্বিতীয় ধাপে ঐ মল্টোজ থেকে গ্লুকোজ এবং শেষে গ্লুকোজ থেকে অ্যালকোহল উৎপন্ন করা হয়।

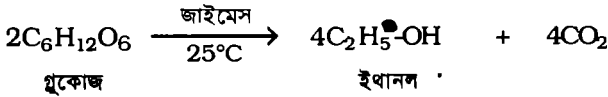
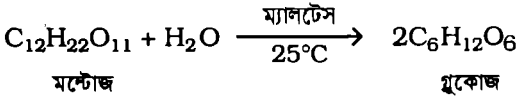
এ উদ্দেশ্যে শ্বেতসার বা স্টার্চের উৎস আলুকে পাতলা করে কেটে উচ্চতাপে $(140^\circ - 150^\circ C)$ ও চাপে স্টিম দ্বারা উত্তপ্ত করলে স্টার্চের কোষ প্রাচীর ভেঙে আঠালো পদার্থ উৎপন্ন হয়, একে 'ম্যাশ' (mash) বলে।

এখন ম্যাশের সঙ্গে মল্টগুড়া ও পানি মিশিয়ে $40^\circ - 50^\circ C$ তাপমাত্রায় প্রায় এক ঘণ্টাকাল রেখে দেয়া হয়। তখন মল্টের মধ্যস্থ 'ডায়াস্টেস্' এনজাইম স্টার্চকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে মল্টোজ নামক 'সুগারে' পরিণত করে।

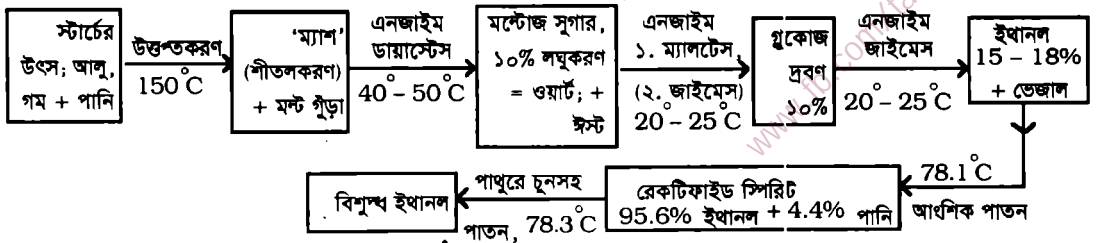


মল্ট কী : বার্ষিক দানাকে পানিতে $15^\circ C$ তাপমাত্রায় অম্বকারে খোলা অবস্থায় রেখে দিলে বার্ষিক দানা অঙ্কুরিত হয় এবং অঙ্কুরিত শূক্ষ বার্ষিক দানাকে গুড়া করে নিলে মল্টগুড়া পাওয়া যায়, মল্ট থেকে ডায়াস্টেস্ এনজাইম নিঃসৃত হয়।

উৎপন্ন মল্টোজ দ্রবণকে ওয়ার্ট (wort) বলে। একে $20^\circ - 25^\circ C$ এ শীতল করে এবং পানি মিশিয়ে 10% লঘু দ্রবণে পরিণত করা হয়। শেষে এতে বিশুদ্ধ 'ইস্ট' যোগ করা হয়। ইস্ট থেকে ম্যালটেস্ (maltase) ও 'জাইমেস' (zymase) নামক দুটি এনজাইম নিঃসৃত হয়। ম্যালটেস্ এনজাইম মল্টোজকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে গ্লুকোজে এবং জাইমেস এনজাইম গ্লুকোজকে বিয়োজিত করে ইথানল ও CO_2 গ্যাসে পরিণত করে।



এ পদ্ধতিতে উৎপন্ন লঘু ইথানল (15 - 18%) এর সঙ্গে ভেজালরূপে গ্লিসারিন, অ্যাসিট্যালডিহাইড, অ্যাসিটোন ও উচ্চতর অ্যালকোহল সামান্য পরিমাণে উৎপন্ন হয়। এ মিশ্রণকে আংশিক পাতন করে রেকটিফাইড স্পিরিট (rectified spirit) পাওয়া যায়। রেকটিফাইড স্পিরিট হল 95.6% ইথানল ও 4.4% পানির সমন্বয়িত মিশ্রণ এবং এর স্ফুটনাঙ্ক হল $78.1^\circ C$ । রেকটিফাইড স্পিরিটকে পাথুরে চুন (CaO) সহযোগে পাতন ($78.3^\circ C$) অথবা বেনজিনসহ সমন্বয়িত পাতন করলে অনার্দ্র বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল পাওয়া যায়।

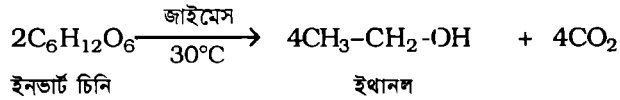
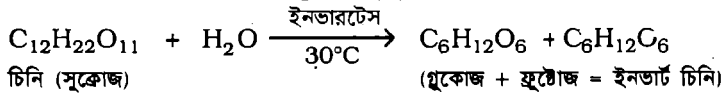


চিত্র ৭.৩ : স্টার্চ থেকে বিশুদ্ধ ইথানল উৎপাদনের প্রবাহচিত্র

(২) চিটাগুড় বা মোলাসেস থেকে ইথানল উৎপাদন

প্রক্রিয়ার বর্ণনা : চিনিকলে ইন্ধুরস গাঢ় করে তা থেকে চিনি কেলাসিত করার পর যে গাঢ় বাদামি বর্ণের সিরাপী তরল অবশিষ্ট থাকে, তাকে চিটাগুড় বা মোলাসেস বলে। চিটাগুড়ে প্রায় 30% চিনি ও 32% ইনভার্ট চিনি (invert sugar) থাকে। ইনভার্ট চিনি হল গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজের সম-মোলায় মিশ্রণ।

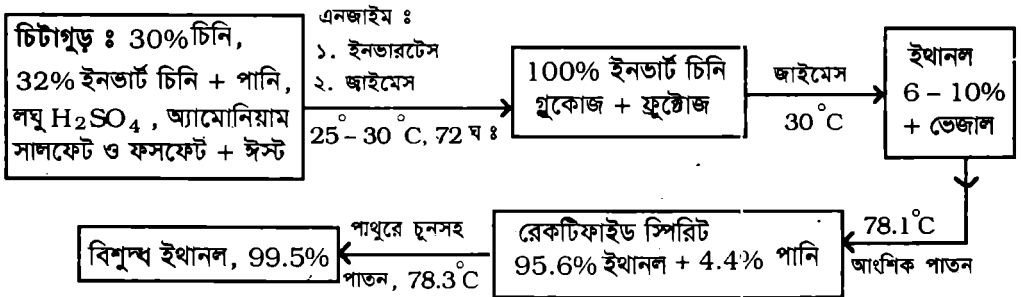
অ্যালকোহল উৎপাদনের জন্য চিটাগুড়ের 10% জলীয় দ্রবণে সামান্য পরিমাণ লঘু H_2SO_4 এসিড মিশ্রিত করা হয়। ফলে অপ্রয়োজনীয় ব্যাকটেরিয়া জন্মাতে পারে না। এ মিশ্রণে ইস্টের বৃদ্ধির সহায়ক কিছু অ্যামোনিয়াম সালফেট ও ফসফেট যোগ করে শেষে ইস্ট মিশ্রিত করা হয়। তারপর মিশ্রণটিকে $25-30^\circ C$ উষ্ণতায় প্রায় তিনদিন যাবৎ রেখে দেয়া হয়। ফলে ইস্ট থেকে ইনভারটেস ও জাইমেস নামক দুটি এনজাইম নিঃসৃত হয়। ইনভারটেসের প্রভাবে চিনি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে সমপরিমাণ গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ উৎপন্ন করে। তারপর জাইমেস এনজাইমের প্রভাবে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ মিশ্রণ বিয়োজিত হয়ে ইথানল ও CO_2 উৎপন্ন করে।



চিটাগুড় ফার্মেন্টেশনে উৎপন্ন দ্রবণে প্রায় 6-10% ইথানল থাকে। এর সাথে গ্লিসারিন, অ্যাসিট্যালডিহাইড ও অ্যাসিটোন প্রভৃতি ভেজাল মিশ্রিত থাকে। এ মিশ্রণটিকে $78.1^\circ C$ তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করলে রেকটিফাইড স্পিরিট (95.6% ইথানল + 4.4% পানির সমস্ফুটন মিশ্রণ) পাওয়া যায়।

(ক) রেকটিফাইড স্পিরিট থেকে বিশুদ্ধ ইথানল উৎপাদন

(১) পাথুরে চুনসহ পাতন দ্বারা : সাধারণত রেকটিফাইড স্পিরিট (95.6% ইথানল + 4.4% পানির মিশ্রণ) কে পাথুরে চুন (CaO) সহ রিফ্লাক্স করে এবং শেষে পাতন করলে $78.3^\circ C$ তাপমাত্রায় পাতিত তরলরূপে 99.5% বিশুদ্ধ অ্যালকোহল পাওয়া যায়। এ অ্যালকোহলকে পরম বা অ্যাবসোলিউট অ্যালকোহল (absolute alcohol) বলা হয়।



চিত্র ৭.৪ : চিটাগুড় থেকে বিশুদ্ধ ইথানল উৎপাদনের প্রবাহচিত্র।

(২) সমস্ফুটন পাতন দ্বারা : রেকটিফাইড স্পিরিটে প্রয়োজনীয় পরিমাণ বেনজিন মিশিয়ে পাতন করলে নিম্নোক্ত তাপমাত্রায় দুটি সমস্ফুটন মিশ্রণরূপে রেকটিফাইড স্পিরিটের সমস্ত পানি ও অবশিষ্ট বেনজিন পাতিত হয়ে যায়। যেমন,

১ম সমস্ফুটন মিশ্রণ :

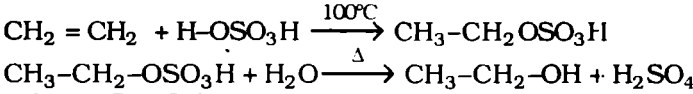
পানি	=	7.4%	} এর স্ফুটনাঙ্ক 64.8° C
ইথানল	=	18.5%	
বেনজিন	=	74.1%	

২য় সমস্ফুটন মিশ্রণ :

ইথানল	=	32.4%	} এর স্ফুটনাঙ্ক 68.2° C
বেনজিন	=	67.6%	

প্রথমে 64.8°C তাপমাত্রায় 1ম সমস্ফুটন মিশ্রণরূপে সমস্ত পানি বাষ্পীভূত হয়ে গেলে পাতন যন্ত্রের তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 68.2°C তাপমাত্রায় স্থির থাকে, যতক্ষণ ফ্লাস্কের অতিরিক্ত বেনজিন ২য় সমস্ফুটন মিশ্রণরূপে পাতিত হয়। শেষে সমস্ত বেনজিন পাতিত হয়ে গেলে, আবার তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 78.3°C তাপমাত্রায় 100% বিশুদ্ধ অ্যালকোহল পাতিত তরলরূপে পাওয়া যায়।

(৩) সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে ইথানল উৎপাদন : পেট্রোলিয়ামের তাপ বিভাজনে প্রাপ্ত ইথিলিন গ্যাসকে 100°C তাপমাত্রায় গাঢ় 95% H₂SO₄ এর ভেতর চালনা করলে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন হয়। একে পানি যোগে লঘু করে পাতন করলে তা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ইথানল উৎপন্ন ও পাতিত হয়ে থাকে।



৭.৮ মিথিলেটেড স্পিরিট (Methylated spirit)

হুইস্কি, বিয়ার প্রভৃতিতে পানীয়রূপে 3 - 50% ইথানল এবং শিল্প ক্ষেত্রে দ্রাবকরূপে 95 - 100% ইথানল ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সকল দেশে পানীয় অ্যালকোহলের ওপর উচ্চ আবগারি শুল্ক ধার্য আছে। কিন্তু শিল্পক্ষেত্রে দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত ইথানল শুল্ক মুক্ত। তাই দ্রাবকরূপে আমদানিযোগ্য অ্যালকোহলকে পানের অযোগ্য করার জন্য কিছু দ্রাবকরূপে ব্যবহারযোগ্য রেখে এর সাথে 5 - 10% মিথানল ও দুর্গন্ধযুক্ত রঙিন পিরিডিনসহ 3% বেনজিন মিশিয়ে দেওয়া হয়। ইথানলের এই মিশ্রণকে অসেবনীয় অ্যালকোহল বা মিথিলেটেড স্পিরিট বলে।

ব্যবহার : মিথিলেটেড স্পিরিট রং, বার্নিশ প্রস্তুতির কাজে দ্রাবকরূপে এবং জ্বালানিরূপে স্পিরিট ল্যাম্পে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া শিল্পক্ষেত্রে কাঁচামাল ও দ্রাবক হিসেবে মিথিলেটেড স্পিরিট ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

৭.৯ পাওয়ার অ্যালকোহল (Power alcohol)

মোটর গাড়ির জ্বালানিরূপে 20 - 30% অ্যালকোহলের সাথে পেট্রোল ও তৃতীয় কোন দাহ্য পদার্থ যেমন, ইথার, বেনজিন প্রভৃতি মিশ্রিত করা হয়। এরূপে শক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত অ্যালকোহলের মিশ্রণকে 'পাওয়ার অ্যালকোহল' বলা হয়। এক্ষেত্রে 'রেকটিফাইড স্পিরিট' ব্যবহার করা চলে না; বিশুদ্ধ অ্যালকোহলই মিশ্রিত করা হয়।

সুবিধা : পরিবেশ দূষণরোধে মোটর গাড়ির জ্বালানিরূপে এ পাওয়ার অ্যালকোহলের ব্যবহার বেড়ে চলেছে।

৭.১০ শিল্পক্ষেত্রে অ্যালকোহলের ব্যবহার

Uses of alcohols in industries

(ক) শিল্পক্ষেত্রে মিথানলের গুরুত্ব : শিল্পক্ষেত্রে মিথানলের গুরুত্ব অত্যধিক। (১) প্লাস্টিক শিল্পের জন্য প্রয়োজনীয় ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুত করতে এবং (২) রং, সুগন্ধি, ওষুধ, বার্নিশ ইত্যাদি প্রস্তুত করতে এবং (৩) গালা, রজন, সেলুলোজ ইত্যাদির দ্রাবকরূপে মিথানল ব্যবহৃত হয়। (৪) মোটরগাড়ি, উডোজাহাজ প্রভৃতির বিকিরক (radiator)-এ পানির সাথে মিশ্রিত করে হিমরোধক হিসেবে এবং পেট্রোলের সাথে মিশ্রিত করে মোটরের জ্বালানিরূপে একে ব্যবহার করা হয়। (৫) ইথানলকে পানের অযোগ্য করার জন্য এতে মিথানল মিশ্রিত করে মিথিলেটেড স্পিরিট প্রস্তুত করা হয়। (৬) মিথানল পরীক্ষাগারে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(খ) শিল্পক্ষেত্রে ইথানলের গুরুত্ব : অন্যান্য অ্যালকোহলসমূহের তুলনায় ইথানলের গুরুত্ব শিল্পক্ষেত্রে অত্যধিক। (১) নানা প্রকার পানীয় যেমন, বিয়ার, হুইস্কি, ব্র্যান্ডি, জিন প্রস্তুত করতে ইথানল ব্যবহৃত হয়। (২) মিথিলেটেড স্পিরিট, বিভিন্ন ধরনের রং, ওষুধ, সুগন্ধি, কৃত্রিম রবার, প্রসাধন দ্রব্য নখ পাণি ও শেভিং লোশন তৈরি করতে এটি ব্যবহৃত হয়। (৩) গালা, রজন ইত্যাদির দ্রাবকরূপে ইথানলের ব্যবহার আছে। (৪) পেট্রোলের সাথে মিশ্রিত করে মোটরের জ্বালানিরূপে, তরল অক্সিজেনের সাথে মিশ্রিত করে রকেটের জ্বালানিরূপে এবং গাড়ির বিকিরকের জন্য জমাট প্রতিরোধক হিসেবে ইথানল বহুল ব্যবহৃত হয়। (৫) তাছাড়াও ক্রেয়োফরম, আয়োডোফরম, ইথার, অ্যাসিট্যালডিহাইড ইত্যাদি জৈব যৌগ প্রস্তুত করতে ইথানল ব্যবহৃত হয়।

৭.১০.১ অ্যালকোহলের সাধারণ ব্যবহার

Common uses of alcohols

(ক) দ্রাবকরূপে : বিভিন্ন জৈব যৌগের উত্তম দ্রাবকরূপে মিথানল ও ইথানল ব্যবহৃত হয়। বার্নিশের কাজে ব্যবহৃত গালা ও রজনের উত্তম দ্রাবক হল মিথাইল অ্যালকোহল।

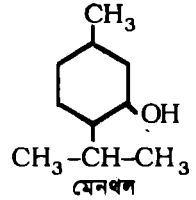
(খ) জ্বালানিরূপে : মোটর গাড়ির জ্বালানিরূপে পেট্রলের সাথে মিথানল ও ইথানল ব্যবহৃত হয়।

(গ) অ্যান্টিফ্রিজ বা হিমরোধকরূপে : শীতপ্রধান দেশে মোটর গাড়ি ও উড়োজাহাজের বিকিরক (radiator) এ পানির সাথে অ্যালকোহল মিশিয়ে অ্যান্টিফ্রিজরূপে ব্যবহৃত হয়। 40% গ্রাইকোল ও 60% পানির মিশ্রণ প্রিস্টোন (Prestone) নামে হিমরোধকরূপে (antifreeze) ব্যবহৃত হয়। এ মিশ্রণ 233K নিম্ন তাপমাত্রায় জমাট বাঁধে।

(ঘ) শিল্পে কাঁচামালরূপে : বিভিন্ন জৈব যৌগ যেমন, ইথার অ্যামিন ফ্লোরোফরম, অ্যালডিহাইড, জৈব এসিড ও এস্টার তৈরিতে অ্যালকোহল ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) ওষুধে অ্যালকোহল : নানা প্রকার টিচার ও বলকারক ওষুধ তৈরিতে ইথানল ব্যবহৃত হয়। ডাক্তারি যন্ত্রপাতির জীবাণুনাশকরূপে 70% ইথানল ও 30% পানির মিশ্রণ ব্যবহৃত হয়।

'মেনথল' নামক চাক্রিক অ্যালকোহল গলার ও স্থাসনালীর পরিষ্কারকরূপে লজেন্স ও স্প্রে তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।



(চ) প্রসাধন শিল্পে অ্যালকোহল : নখ পলিশ, শেভিং লোশন, সুগন্ধি দ্রব্যে দ্রাবকরূপে ও সুগন্ধি এস্টার তৈরিতে ইথানল ব্যবহৃত হয়। নখপলিশ রিমুভাররূপে ইথানল, ইথাইল ইথানোয়েট (অথবা প্রোপানোন) ব্যবহৃত হয়। আর্দ্রতাকারক ক্রিম (Moisturing cream) তৈরিতে পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল যেমন, প্রোপেন-1,2- ডাইঅল, গ্লিসারল, হেক্সেন-1, 2, 3, 4, 5, 6-হেক্সাঅল (সরবিটল) ব্যবহৃত হয়। গায়ে মাখা গ্লিসারিন সাবানে গ্লিসারল থাকে।

(ছ) পানীয়রূপে : বিভিন্ন প্রকার পানীয় ও কোমল পানীয় যেমন, হুস্কি (whisky) বার্গি থেকে; ব্রান্ডি (brandy) আপেল, চেরি থেকে; র্যাম (rum) চিটাগুড় থেকে; জিন (gin) ভুটা থেকে; প্রভৃতি প্রথম শ্রেণীর পানীয় পদার্থে 40 - 50% ইথানল থাকে। পোর্ট ও চেরি (Port & Cherry) (আখুর থেকে) দ্বিতীয় শ্রেণীর পানীয় পদার্থে 15 - 20% ইথানল এবং বিয়ার (beer) (বার্গি থেকে), সিডার (cidar) (আপেল রস থেকে) প্রভৃতি কোমল পানীয় পদার্থে 3 - 6% ইথানল থাকে।

৭.১১ অ্যালকোহলের ভৌত ধর্ম (Physical properties of alcohols)

১। ভৌত অবস্থা, বর্ণ, গন্ধ : প্রথম বারটি অ্যালকোহল (C₁ হতে C₁₂) বর্ণহীন তরল পদার্থ এবং উচ্চতর অ্যালকোহলগুলো মোম (wax) সদৃশ কঠিন পদার্থ। নিম্নতর অ্যালকোহলগুলোর বৈশিষ্ট্যপূর্ণ মৃদু মিষ্ট গন্ধ আছে। মধ্যবর্তী অ্যালকোহল সদস্য অপ্রীতিকর গন্ধযুক্ত এবং উচ্চতর অ্যালকোহল গন্ধহীন।

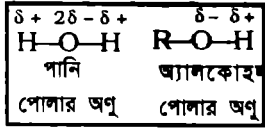
২। দ্রাব্যতা : মিথানল, ইথানল ও প্রোপানল পানিতে সব অনুপাতে দ্রবণীয়। কিন্তু আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে পানিতে অ্যালকোহলের দ্রাব্যতা দ্রুত হ্রাস পায়। যেমন,

সারণি ৭.১ঃ কক্ষ তাপমাত্রায় পানিতে বিভিন্ন অ্যালকোহলের দ্রাব্যতা

অ্যালকোহল :	মিথানল	ইথানল	প্রোপানল	বিউটানল	পেন্টানল	হেক্সানল	<p style="text-align: center;">H₃C C₈H₁₇ H₃C HO কলেস্টেরল পানিতে এর দ্রাব্যতা নগণ্য</p>
পানিতে দ্রাব্যতা : (g/100 g পানি)	যে কোন অনুপাতে	যে কোন অনুপাতে	যে কোন অনুপাতে	7.9 g	2.7 g	0.59 g	

অ্যালকোহলের দ্রাব্যতার ব্যাখ্যা : পানিতে অ্যালকোহলের দ্রাব্যতার মূলে দুটি কারণ কাজ করে থাকে। (১)

প্রথম কারণ হল পানি অণু ও অ্যালকোহল অণু উভয়ই পোলার অণু। তাই এ দুটির প্রত্যেকের মধ্যে আন্তঃআণবিক



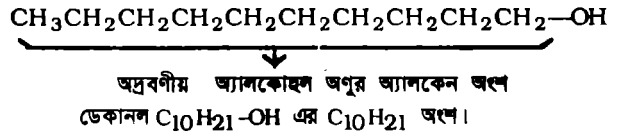
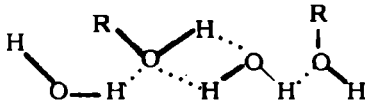
হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে 'অণুর সংবন্ধন' ঘটে (association)।

(২) দ্বিতীয় কারণ হল, অ্যালকোহলের—OH অংশ ও অ্যালকাইল মূলক (—R) অংশের মধ্যে ভরের অনুপাতের পরিমাণ।

অ্যালকাইল (—R) মূলক অংশটি হল পানিতে অদ্রবণীয় অ্যালকেন (R—H) এর অংশ এবং এ অংশ কোন হাইড্রোজেন বন্ধন করতে পারে না। এই অদ্রবণীয় অ্যালকাইল অংশ (—R) আকারে বড় বা এর আনুপাতিক ভর খুব বেশি হয়ে গেলে —OH অংশ তখন এটাকে টেনে পানি 'অণুর সংবন্ধন' ভেঙে নতুন হাইড্রোজেন বন্ধন করতে পারে না। তাই অদ্রবীভূত থাকে।

সাধারণত —OH অংশ ও —R অংশের ভরের অনুপাত 40% এর বেশি হলেই সেই অ্যালকোহল পানিতে যে কোন অনুপাতে দ্রবীভূত হয়। যেমন, ইথানল (C₂H₅OH) এর বেলায় —OH/C₂H₅ = 17/29 58.6% (প্রায়)। তাই ইথানল পানিতে সহজেই দ্রবীভূত হয়। তখন C₂H₅OH অণু ও পানি অণুর মধ্যে নতুন করে H-বন্ধন সৃষ্টি হয়। ইথেন (CH₃-CH₃) হল অপোলার হাইড্রোকার্বন যৌগ, তাই পানিতে ইথেন অদ্রবণীয়।

আবার অ্যালকোহলের —OH/R-এর অনুপাত 40% এর কম হলে দ্রাব্যতা কমতে থাকে এবং 10% অনুপাতের মধ্যে তা একেবারে অদ্রবণীয় হয়ে পড়ে। যেমন, 1-ডোডেকানল (C₁₂H₂₅OH) এর বেলায়, —OH/C₁₂H₂₅ = 17/169 = প্রায় 10% এবং তা পানিতে একেবারেই অদ্রবণীয়।

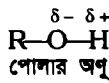


মিথানল বা ইথানল ও পানি অণুর মধ্যে হাইড্রোজেন-বন্ধন।

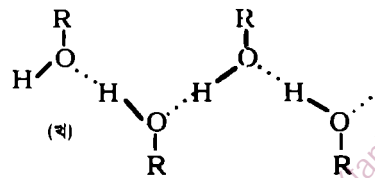
ডটলাইন (.....) হাইড্রোজেন-বন্ধন নির্দেশ করছে।

চিত্র ৭.৫ : পানির সাথে অ্যালকোহলের H বন্ধন।

৩। উষ্ণতা ও স্ফুটনাঙ্ক : অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক এদের অনুরূপ অ্যালকেন থেকে অনেক উচ্চ। এর কারণ হল— $\overset{\delta-}{\text{O}}-\overset{\delta+}{\text{H}}$ মূলকের অত্যন্ত পোলারিকরণ প্রবণতা; এর ফলে অ্যালকোহল অণুগুলো আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা অধিক 'আণবিক সংবন্ধন' অবস্থায় থাকে। অধিক তাপশক্তি প্রয়োগের ফলে এদের আন্তঃআণবিক



(ক)



(খ)

চিত্র ৭.৬ : (ক) অ্যালকোহল পোলার অণু এবং (খ) অ্যালকোহল অণুর মধ্যে H বন্ধন।

হাইড্রোজেন বন্ধন শক্তি বিনষ্ট করতে হয়। তখন অ্যালকোহল অণুগুলো আণবিক সংবন্ধন থেকে মুক্ত হয়ে মনোমারে পরিণত হয় এবং বাষ্পীভূত হয়। ফলে অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক বেশি হয়।

কিন্তু অ্যালকেন অপোলার হওয়ায় তাদের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন ও আণবিক সংবন্ধন ঘটে না। তাই অ্যালকেনের স্ফুটনাঙ্ক এদের অনুরূপ কার্বনবিশিষ্ট অ্যালকোহল থেকে অনেক কম হয়। যেমন, মিথেন, ইথেন ও প্রোপেন এর স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে -161°C, -89°C ও -42°C। কিন্তু মিথানল ও ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক হল যথাক্রমে 65°C ও 78.3°C। আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে প্রতি —CH₂— মূলকের পার্থক্যের

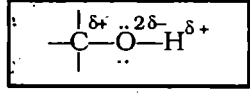
জন্য প্রায় 15-20°C তাপমাত্রা পার্থক্যসহ ক্রম বৃদ্ধি পায়। আবার শাখা শিকল যুক্ত অ্যালকোহল এদের সরল শিকলযুক্ত সমাণু অ্যালকোহল থেকে কম স্ফুটনাঙ্কের হয়।

সারণি ৭.২ : সমসংখ্যক C-পরমাণুযুক্ত কয়েকটি হাইড্রোকার্বন ও অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক

জৈব যৌগ :	CH ₄	C ₂ H ₆	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH
স্ফুটনাঙ্ক °C :	-161°C	-89°C	65°C	78.3°C

৭.১২ অ্যালকোহলের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of alcohols)

সক্রিয়তা : অ্যালকোহলের কার্যকরী মূলক -O-H এর সঙ্গে যুক্ত রয়েছে সম্পৃক্ত কার্বন পরমাণু। কার্বনের সঙ্গে অক্সিজেনের এবং অক্সিজেনের সঙ্গে হাইড্রোজেনের বন্ধন দুটি সমযোজী বন্ধন। কিন্তু অক্সিজেন পরমাণু



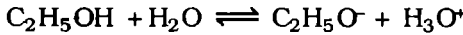
অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল হওয়ায় উভয় বন্ধনের ইলেকট্রন অক্সিজেনের দিকে অধিক সরে আসে। ফলে কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক ($\delta+$) চার্জ

এবং অক্সিজেনের ওপর সমপরিমাণ আংশিক ঋণাত্মক চার্জ ($2\delta-$) সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ অ্যালকোহল পোলার অণু হয়ে পড়ে এবং আয়নিক বিকারক যেমন, NaOH দ্রবণ, H₂SO₄ ইত্যাদি অ্যালকোহলকে সহজেই আক্রমণ করতে পারে। নিম্নোক্ত দুই শ্রেণীর বিক্রিয়া অ্যালকোহল প্রদর্শন করে থাকে। যেমন,

- (১) অ্যালকোহলের O-H বন্ধন ভাঙন সংক্রান্ত বিক্রিয়া ও
- (২) অ্যালকোহলের C-OH বন্ধন ভাঙন সংক্রান্ত বিক্রিয়া।

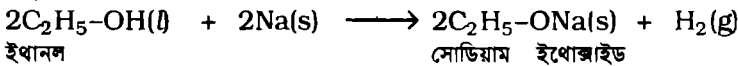
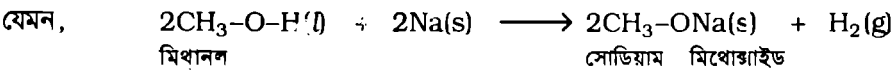
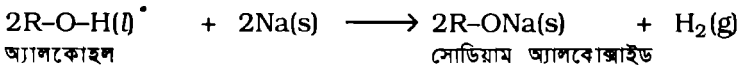
৭.১২.১ অ্যালকোহলের O-H বন্ধন ভাঙন সংক্রান্ত বিক্রিয়াসমূহ Reactions of alcohols related to O-H bond breaking

অ্যালকোহলের আয়নিকরণ ধ্রুবক $K_a = 10^{-16} \text{ molL}^{-1} (25^\circ\text{C})$, যা পানির আয়নিকরণ ধ্রুবক $K_a = 10^{-14}$ থেকে কিছু কম। অর্থাৎ পানি অপেক্ষা অ্যালকোহল কম অম্লধর্মী। খুব দুর্বল এসিডরূপে ইথানল জলীয় দ্রবণে স্বল্প আয়নিত হয়ে ইথোক্সাইড আয়ন ও হাইড্রোজেন আয়ন বা অক্সোনিয়াম আয়ন (H₃O⁺) উৎপন্ন করে।

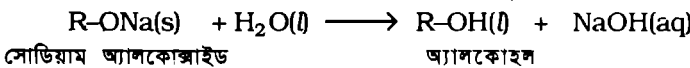


তাই সব অ্যালকোহল (১) ক্ষার ধাতু, (২) কার্বক্সিলিক এসিড, (৩) ইথানোয়িল ক্লোরাইড, ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড ও (৪) জারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে থাকে। এসব ক্ষেত্রে অ্যালকোহলের সক্রিয় হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হয়ে থাকে।

১। ক্ষার ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া : সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ধাতুর সঙ্গে অ্যালকোহল বিক্রিয়া করে। তখন -OH মূলকের H-পরমাণু ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে ধাতব অ্যালকোক্সাইড ও H₂ গ্যাস উৎপন্ন করে।

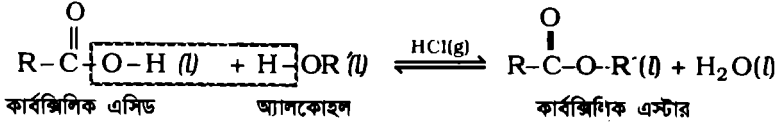


অ্যালকোক্সাইডগুলো পানির সঙ্গে বিক্রিয়ায় পুনরায় অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। তাই বোঝা যায়, অ্যালকোহলের অম্লধর্মিতা পানি অপেক্ষা কম।

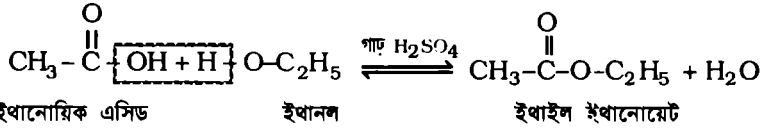


অ্যালকোহলের অম্লধর্মিতার ক্রম হল 1° অ্যালকোহল > 2° অ্যালকোহল > 3° অ্যালকোহল।

২। জৈব এসিডের সঙ্গে এস্টার গঠন : অজৈব এসিডের উপস্থিতিতে অ্যালকোহল জৈব কার্বক্সিলিক এসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় এস্টার ও পানি গঠন করে। এ বিক্রিয়াকে এস্টারকরণ (esterification) বলে।

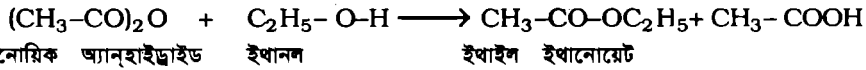
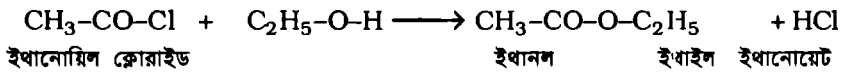


ইথাইল ইথানোয়েট প্রস্তুতি : গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে ইথানোয়িক এসিড (বা অ্যাসিটিক এসিড) ও ইথানলের বিক্রিয়ার ফলে ইথাইল ইথানোয়েট (বা ইথাইল অ্যাসিটেট) ও পানি উৎপন্ন হয়।



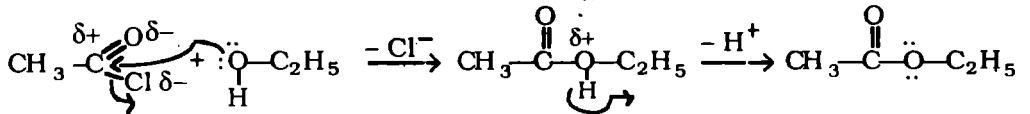
এস্টারকরণ হল উভমুখী বিক্রিয়া। তাই একটি বিক্রিয়ক যেমন, অ্যালকোহল বা কার্বক্সিলিক এসিড বেশি যোগ করে বা উৎপন্ন পানিকে শোষণ করে বিক্রিয়াটিকে একমুখী করা হয়। গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহারে পানি শোষিত হয়।

৩। এসিড ক্লোরাইড ও অ্যানহাইড্রাইড-এর সঙ্গে বিক্রিয়া : অ্যালকোহল ইথানোয়িক ক্লোরাইড বা ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে এস্টার গঠন করে।

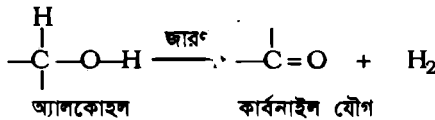


অ্যালকোহলের সঙ্গে ইথানোয়িক ক্লোরাইড বা ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলের -OH মূলকের H পরমাণু ইথানোয়িক বা অ্যাসিটাইল ($\text{CH}_3-\text{CO}-$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

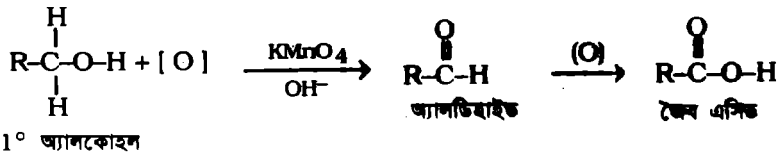
এস্টার গঠন হল নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন। এক্ষেত্রে $\text{R}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$ হল নিউক্লিওফাইল। **মেকানিজম:**



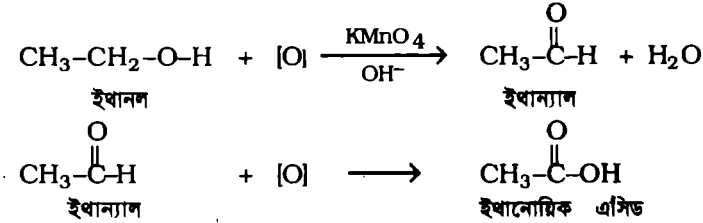
৪। অ্যালকোহলের জারণ : জৈব যৌগে অক্সিজেন সংযোগ বা হাইড্রোজেন অপসারণ দ্বারা নতুন বন্ধন সৃষ্টি করাকে জারণ বলে। অ্যালকোহলের জারণের বেলায় -OH মূলক যুক্ত C পরমাণুর একটি হাইড্রোজেন এবং -OH মূলকের H পরমাণু জারকের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে পানি অণু (H_2O) রূপে অপসারিত হয়। ফলে অবস্থাভেদে অ্যালডিহাইড, কিটোন অর্থাৎ বিভিন্ন কার্বনাইল যৌগ উৎপন্ন হয়। জারকরূপে অম্লীয় $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KMnO_4 , HNO_3 ব্যবহৃত হয়। অ্যালকোহলের জারণের ফলে উৎপন্ন যৌগের প্রকৃতি অ্যালকোহল ও জারক পদার্থের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে থাকে। তাই জারণ প্রক্রিয়া দ্বারা 1°, 2°, 3° অ্যালকোহলের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়। যেমন,



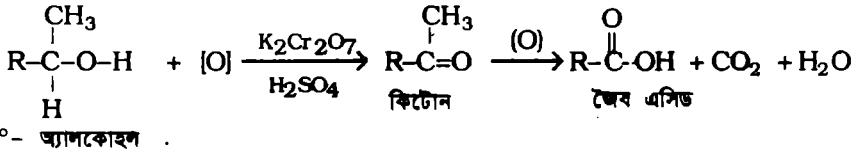
৪ (১)। প্রাইমারি অ্যালকোহল সহজেই জারিত হয়ে প্রথমে অ্যালডিহাইড ও পরে অধিক জারণে কার্বক্সিলিক এসিডে পরিণত হয়। অ্যালকোহল ও উৎপন্ন অ্যালডিহাইড এবং কার্বক্সিলিক এসিডে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা সমান থাকে। জারক পদার্থরূপে পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও লঘু H_2SO_4 মিশ্রণ বা ক্ষারীয় পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ব্যবহৃত হয়।



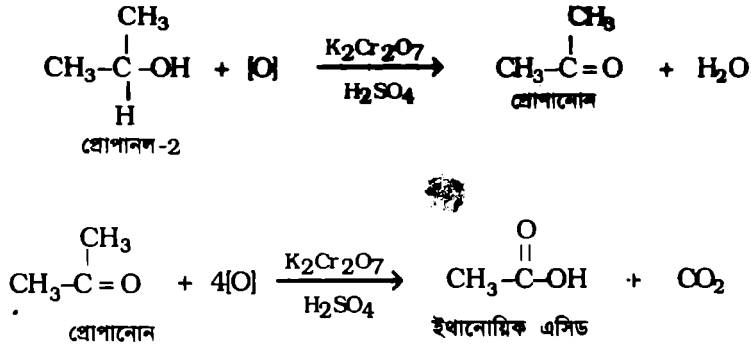
৪(২)। ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (KMnO₄) দ্বারা ইথানল জারিত হয়ে প্রথমে ইথান্যাল ও পরে ইথানোয়িক এসিড উৎপন্ন করে। যেমন,



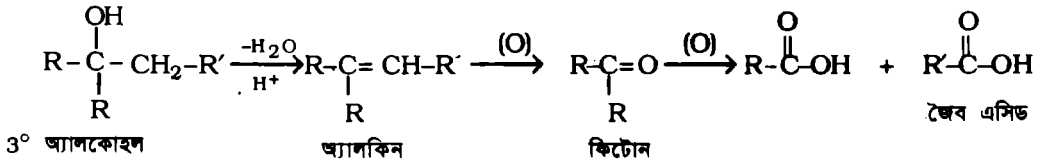
৪(৩)। সেকেন্ডারি অ্যালকোহল জারিত হয়ে প্রথমে কিটোন উৎপন্ন হয়। কিটোন সহজে জারিত হয় না। তাই শক্তিশালী জারকের দ্বারা উচ্চ তাপমাত্রায় কিটোনকে জারিত করলে কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন হয়। কিটোন ও অ্যালকোহলে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা সমান থাকে। কিন্তু উৎপন্ন জৈব এসিডে কার্বনের সংখ্যা হ্রাস পায়। যেমন,



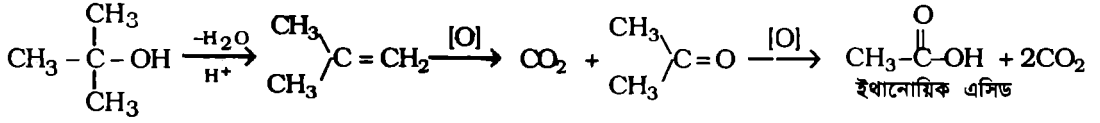
৪(৪)। গাঢ় H₂SO₄ মিশ্রিত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট (K₂Cr₂O₇) দ্বারা প্রোপানল-২ জারিত হয়ে প্রথমে প্রোপানোন ও পরে অধিক জারণে ইথানোয়িক এসিড, CO₂ ও পানি উৎপন্ন হয়। যেমন,



৪(৫)। টারসিয়ারি অ্যালকোহলকে জারিত করা কষ্টকর। কারণ এতে হাইড্রোজেন না থাকায় ক্ষারীয় জারকের সাধারণ জারণ ক্রিয়া প্রতিরোধ করে। তাই অম্লীয় পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্বারা উচ্চতর তাপমাত্রায় প্রবল জারণের ফলে টারসিয়ারি অ্যালকোহল জারিত হয়ে প্রথমে কিটোন ও পরে এসিডে পরিণত হয়। এখানে মূল অ্যালকোহলের কার্বন সংখ্যা থেকে উৎপন্ন কিটোন ও জৈব এসিড উভয় ক্ষেত্রে কার্বন সংখ্যা হ্রাস পায়।



৪(৬)। গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$) এর সাথে 2-মিথাইল-2-প্রোপানলকে উত্তপ্ত করলে তা জারিত হয়ে প্রথমে 2-মিথাইল প্রোপিন উৎপন্ন করে। তারপর তা জারিত হয়ে CO_2 ও অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন এবং শেষে ইথানোয়িক এসিড ও CO_2 উৎপন্ন করে। যেমন,



2-মিথাইল-2-প্রোপানল 2-মিথাইল প্রোপিন

অ্যাসিটোন

৭.১২.২ অ্যালকোহলের C-OH বন্ধনের ভাঙন সংক্রান্ত বিক্রিয়া

Reactions of alcohols related to C—OH bond breaking

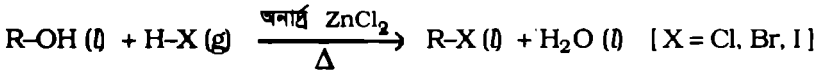
অ্যালকোহলের কার্বন-অক্সিজেন বন্ধন উভয় পরমাণুর sp^3-sp^3 হাইব্রিড অরবিটাল দ্বারা গঠিত বলে বেশ দৃঢ় (strong)। কিন্তু সবল এসিড দ্বারা ও নিউক্লিওফাইলের উপস্থিতিতে ঐ কার্বন-অক্সিজেন বন্ধন ভেঙে নিম্নোক্ত দু'শ্রেণীর বিক্রিয়া ঘটে :

(১) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় —OH মূলককে X দ্বারা প্রতিস্থাপন।

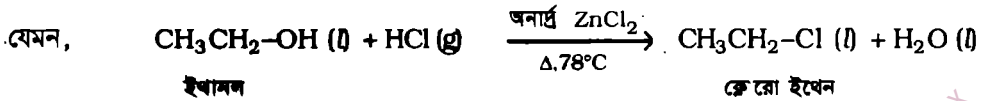
(২) নিরুদকের প্রভাবে অপসারণ বিক্রিয়ায় —OH মূলককে H_2O রূপে অপসারণ।

(ক) হ্যালোজেন দ্বারা —OH এর প্রতিস্থাপন :

১। HX -এর সাথে বিক্রিয়া : অ্যালকোহল ও শূষ্ক হাইড্রোজেন হ্যালাইড (HX) গ্যাস অথবা গাঢ় এসিড HX -এর মিশ্রণকে অনার্দ্র $ZnCl_2$ প্রভাবকসহ রিফ্লাক্স করলে এদের মধ্যে বিক্রিয়ায় হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও পানি উৎপন্ন হয়।



১(১)। Cl দ্বারা —OH এর প্রতিস্থাপন : অনার্দ্র $ZnCl_2$ প্রভাবকের উপস্থিতিতে বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল শূষ্ক HCl গ্যাসের সাথে পাতন তাপমাত্রায় (যেমন, $78^\circ C$ -এ) বিক্রিয়া করে ক্লোরোইথেন ও পানি উৎপন্ন করে।



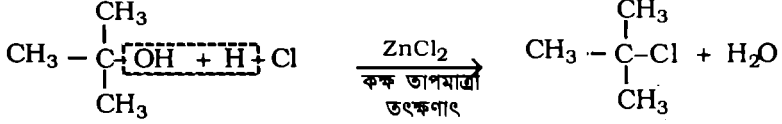
অ্যালকোহলের সক্রিয়তার ক্রম হল $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$ অ্যালকোহল।

HX এর সক্রিয়তার ক্রম হল $HI > HBr > HCl$ ।

উল্লেখ্য 2° ও 3° অ্যালকোহলের বেলায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে বিক্রিয়া ঘটে। তখন 3° অ্যালকোহলের বেলায় প্রভাবক $ZnCl_2$ ব্যবহার না করলেও চলে।

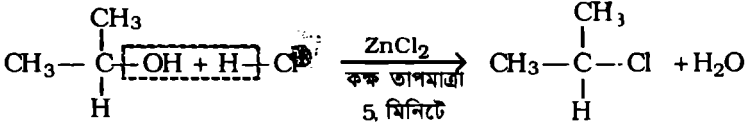
১(২)। মনোহাইড্রিক $1^\circ, 2^\circ$ ও 3° অ্যালকোহলের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা : গাঢ় HCl এসিডে অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইড ($ZnCl_2$) এর দ্রবণকে লুকাস বিকারক (Lucas reagent) বলে। $1^\circ, 2^\circ$ ও 3° এ তিন শ্রেণীর মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয়ে 'লুকাস বিকারক' ব্যবহৃত হয়। যেমন,

(১) টারসিয়ারি (বা ৩°) অ্যালকোহল কক্ষতাপমাত্রায় লুকার বিকারকের HCl এর সঙ্গে তৎক্ষণাৎ বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল ক্লোরাইডের তৈলাক্ত স্তর সৃষ্টি করে। (২) সেকেন্ডারি (বা ২°) অ্যালকোহল পাঁচ মিনিটের মধ্যে এ বিক্রিয়া দেয়। (৩) কিন্তু প্রাইমারি (বা ১°) অ্যালকোহল সাধারণ কক্ষ তাপমাত্রায় কোন বিক্রিয়া করে না। [কেবল উত্তপ্ত করলে দীর্ঘ সময় পর ১° অ্যালকোহল এ বিক্রিয়া দিয়ে থাকে। এখানে ZnCl₂ প্রভাবকরূপে কাজ করে।] যেমন,



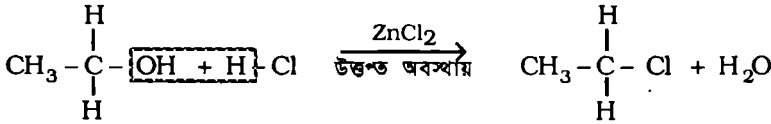
tert বিউটাইল অ্যালকোহল
(৩° অ্যালকোহল)

tert বিউটাইল ক্লোরাইড



iso-প্রোপাইল অ্যালকোহল
(২° অ্যালকোহল)

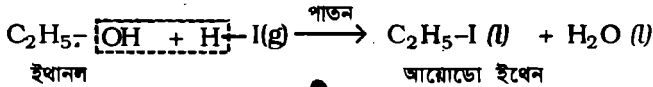
iso-প্রোপাইল ক্লোরাইড



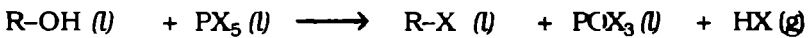
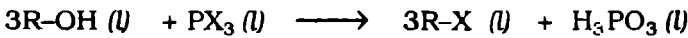
ইথাইল অ্যালকোহল (১° অ্যালকোহল)

ইথাইল ক্লোরাইড

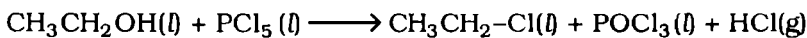
আয়োডিন দ্বারা -OH প্রতিস্থাপনের বেলায় লোহিত ফসফরাস, পানি ও আয়োডিনের গুঁড়া ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে গাঢ় H₂SO₄ ব্যবহার করা যায় না। কারণ গাঢ় H₂SO₄ দ্বারা HI জারিত হয়।



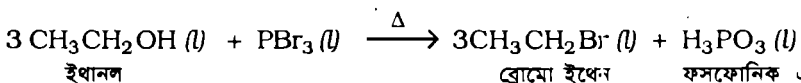
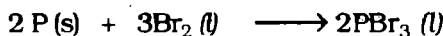
২। ফসফরাস হ্যালাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া : হ্যালোজেনেশন : অ্যালকোহলসমূহ ফসফরাস হ্যালাইড যেমন, PCl₃, PCl₅, PBr₃ ইত্যাদির সঙ্গে বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন করে। যেমন,



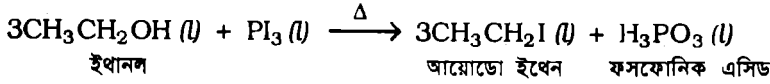
২(১)। ইথানল ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকোহলের -OH মূলক ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে ক্লোরোইথেন, ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড অক্সাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। যেমন,



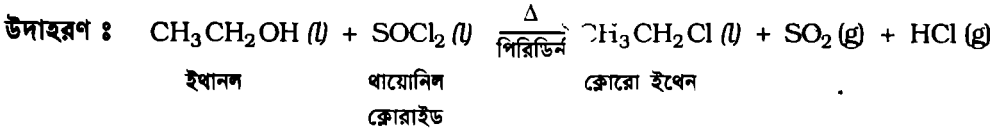
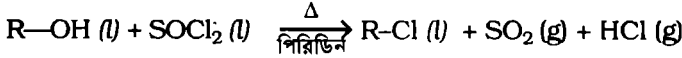
২(২)। ইথানলের সাথে লাল ফসফরাস ও ব্রোমিনের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে ব্রোমো ইথেন উৎপন্ন হয়।



২(৩)। অনুরূপভাবে ইথানলের সাথে লাল ফসফরাস ও আয়োডিনের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে আয়োডো ইথেন উৎপন্ন হয়।



৩। থায়োনিল ক্লোরাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া : পিরিডিন ক্ষারের উপস্থিতিতে অ্যালকোহল ও সালফার ডাইক্লোরাইড অজাইড বা থায়োনিল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল ক্লোরাইড, SO₂ গ্যাস ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।

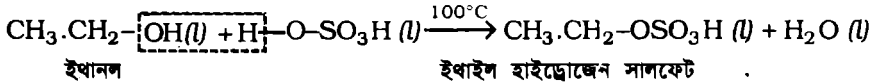


এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উপজাতক SO₂ ও HCl উভয়ই গ্যাস হওয়ার কারণে উৎপন্ন অ্যালকাইল ক্লোরাইডের বিশুদ্ধিকরণ বিশেষ সুবিধাজনক। জৈব ক্ষারক পিরিডিন উৎপন্ন HCl গ্যাস শোষণ করে বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে।

(খ) অ্যালকোহল ও নিরুদক গাঢ় H₂SO₄ এর বিক্রিয়া :

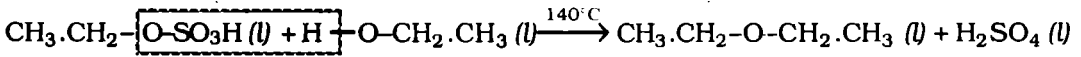
গাঢ় H₂SO₄ এর সঙ্গে অ্যালকোহলের বিক্রিয়া অ্যালকোহলের পরিমাণ, তাপমাত্রা এবং অন্যান্য শর্তের ওপর নির্ভর করে নিম্নোক্তভাবে ঘটে :

১। সমপরিমাণ ইথানল ও গাঢ় H₂SO₄ এসিড 100°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়া করে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট ও পানি উৎপন্ন করে।

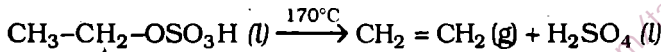


উৎপন্ন ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট নিম্নোক্ত দূপ্রকারের বিক্রিয়া দেয়। যেমন,

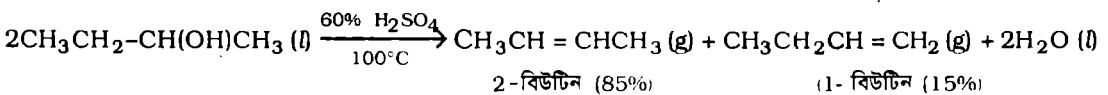
অধিক পরিমাণ অ্যালকোহলের বেলায়, উৎপন্ন ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট 140°C তাপমাত্রায় অধিক অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়া করে ডাইইথাইল ইথার বা ইথোপ্তি ইথেন উৎপন্ন করে।



অ্যালকোহল অপেক্ষা অধিক পরিমাণ গাঢ় H₂SO₄ এর বেলায়, ঐ ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটকে উচ্চতর তাপমাত্রায় (যেমন, 170°C এ) উত্তপ্ত করলে ইথিলিন গ্যাস উৎপন্ন হয় অর্থাৎ অ্যালকোহলের নিরুদন ঘটে।



গাঢ় H₂SO₄ ও তাপের প্রভাবে অ্যালকোহলের নিরুদন ক্রম হল 3° > 2° > 1°-অ্যালকোহল এবং একাধিক অ্যালকিন সৃষ্টির সম্ভাবনার ক্ষেত্রে অধিক শাখাযুক্ত অ্যালকিন পরিমাণে অধিক উৎপন্ন হয়। যেমন, sec বিউটাইল অ্যালকোহলের নিরুদনের বেলায় 1-বিউটিন অপেক্ষা 2-বিউটিন উৎপাদন পরিমাণে বেশি হয়।

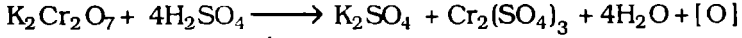


৭.১৩ প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য (Difference among primary, secondary and tertiary alcohols)

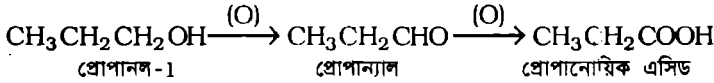
নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করা যায় :

১। লুকাস বিকারক দ্বারা পার্থক্য নির্ণয় : অনুচ্ছেদ ৭.১৪.৪ নং পরীক্ষার বর্ণনা ও সমীকরণ দ্রষ্টব্য।

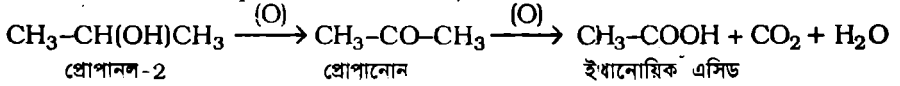
২। জারণ পদ্ধতি : শক্তিশালী জারক $K_2Cr_2O_7$ ও মধ্যম গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রণ দ্বারা 1° , 2° ও 3° অ্যালকোহলকে জারিত করলে অ্যালডিহাইড, কিটোন অথবা কার্বজিলিক এসিড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন যৌগে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা বিভিন্ন হয়ে থাকে। মধ্যম গাঢ় H_2SO_4 ও $K_2Cr_2O_7$ এর বিক্রিয়ায় জায়মান অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



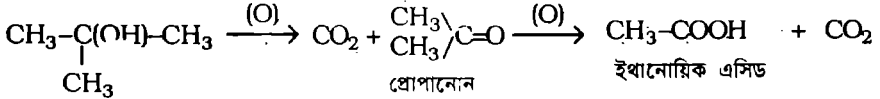
১° অ্যালকোহল : প্রাইমারি (1°) অ্যালকোহল প্রথমে অ্যালডিহাইড ও শেষে কার্বজিলিক এসিড উৎপন্ন করে। সব ক্ষেত্রে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা সমান থাকে। [$Cr^{3+}(aq)$ এর নীল দ্রবণ উৎপন্ন হয়।] যেমন,



২° অ্যালকোহল : সেকেন্ডারি (2°) অ্যালকোহলকে জারণের ফলে প্রথমে কিটোন এবং শেষে অধিক জারণের ফলে কার্বজিলিক এসিড উৎপন্ন করে। অ্যালকোহল ও কিটোনে কার্বন-সংখ্যা ঠিক থাকে; কিন্তু উৎপন্ন কার্বজিলিক এসিডে কার্বন-সংখ্যা হ্রাস পায়। [$Cr^{3+}(aq)$ এর নীল দ্রবণ উৎপন্ন হয়।]



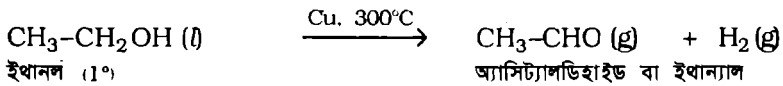
৩° অ্যালকোহল : টারসিয়ারি (3°) অ্যালকোহল সহজে জারিত হতে চায় না। উচ্চতর তাপমাত্রায় ক্রোমিক এসিড দ্বারা প্রবল জারণের ফলে প্রথমে কিটোন ও পরে কার্বজিলিক এসিড উৎপন্ন হয়। ফলে উভয় ক্ষেত্রে কার্বন সংখ্যা হ্রাস পায়।



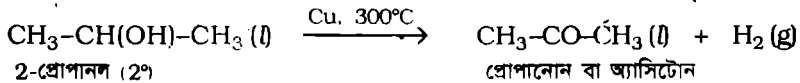
২-মিথাইল প্রোপানল-২

৩। প্রভাবকীয় হাইড্রোজেন অপসারণ পদ্ধতি : অ্যালকোহল বাষ্পকে উত্তপ্ত কপার প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করলে (১) প্রাইমারি অ্যালকোহল অ্যালডিহাইড ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে; (২) সেকেন্ডারি অ্যালকোহল কিটোন ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। কিন্তু (৩) টারসিয়ারি অ্যালকোহল অ্যালকিন ও পানি বাষ্প উৎপন্ন করে। যেমন,

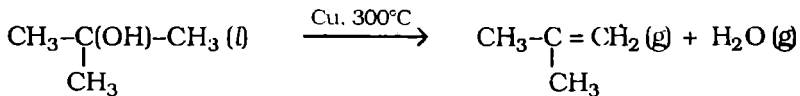
১° অ্যালকোহল : প্রায় $300^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত কপার প্রভাবকের উপস্থিতিতে ইথানল নামক প্রাইমারি (1°) অ্যালকোহল বাষ্প থেকে হাইড্রোজেন অপসারণের ফলে অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল ও H_2 উৎপন্ন হয়।



২° অ্যালকোহল : উত্তপ্ত কপার প্রভাবকের উপস্থিতিতে প্রোপানল-২ নামক সেকেন্ডারি (2°) অ্যালকোহল বাষ্প থেকে হাইড্রোজেন অপসারণের ফলে প্রোপানোন বা অ্যাসিটোন নামক কিটোন ও H_2 উৎপন্ন হয়।



৩° অ্যালকোহল : উত্তপ্ত কপার প্রভাবকের উপস্থিতিতে ২-মিথাইল-২ প্রোপানল নামক টারসিয়ারি (3°) অ্যালকোহল বাষ্প থেকে পানি বাষ্প অপসারণের ফলে ২-মিথাইল প্রোপিন ও পানি উৎপন্ন হয়।

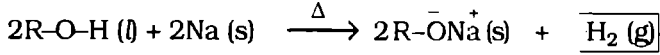


৭.১৪ বিভিন্ন অ্যালকোহলের শনাক্তকরণ পরীক্ষা

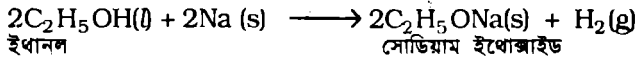
Identification test for different alcohols

(ক) জৈব যৌগে অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিল (-OH) মূলকের শনাক্তকরণ নিম্নোক্ত পরীক্ষা দ্বারা করা হয় :

১। ধাতব Na সহ পরীক্ষা : বিশুদ্ধ জৈব যৌগ বা নিষ্ক্রিয় দ্রাবক যেমন, ইথারে দ্রবীভূত কোন জৈব যৌগ সোডিয়াম ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া দ্বারা H₂ গ্যাস উৎপন্ন করলে ঐ জৈব যৌগে - OH মূলক আছে প্রমাণিত হয়।

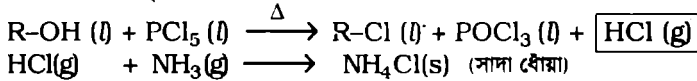


অ্যালকোহল সোডিয়াম অ্যালকোয়লাইড



ইথানল সোডিয়াম ইথোয়লাইড

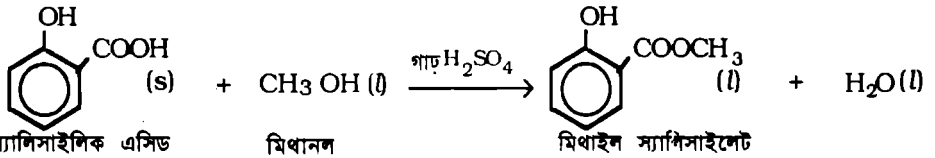
২। PCl₅ সহ পরীক্ষা : অনার্দ্র জৈব যৌগ বা নিষ্ক্রিয় দ্রাবক 'ইথার' বা 'বেনজিনে' দ্রবীভূত জৈব যৌগকে PCl₅ এর সঙ্গে উত্তপ্ত করলে যদি HCl গ্যাস নির্গত হয় এবং নির্গত HCl গ্যাস NH₃ দ্রবণ সিক্ত কাচ রডের সংস্পর্শে NH₄Cl এর সাদা ধোয়া সৃষ্টি করে, তবে যৌগটি অ্যালকোহল হবে।



HCl(g) + NH₃(g) \longrightarrow NH₄Cl(s) (সাদা ধোয়া)

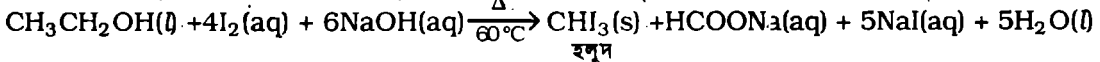
৭.১৪.১ মিথানল শনাক্তকরণ : স্যালিসাইলিক এসিডসহ পরীক্ষা :

অল্প মিথানল ও স্যালিসাইলিক এসিডের মিশ্রণে ২/৩ ফোঁটা গাঢ় H₂SO₄ যোগ করলে মিথাইল স্যালিসাইলেটের আয়োডোজের মত গন্ধ পাওয়া যায়।



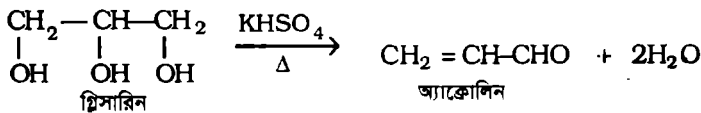
৭.১৪.২ ইথানলের শনাক্তকরণ : আয়োডোফর্ম পরীক্ষা :

ইথানলকে গাঢ় NaOH ও আয়োডিন দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে হলুদ বর্ণের আয়োডোফর্ম উৎপন্ন হয়।



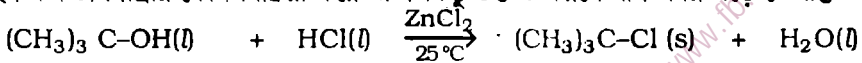
৭.১৪.৩ গ্লিসারিন বা গ্লিসারল শনাক্তকরণ : অ্যাক্রোলিন পরীক্ষা :

গ্লিসারিনকে শক্তিশালী নিরুদক KHSO₄ অথবা P₂O₅ সহ উত্তপ্ত করলে গ্লিসারিন নিরুদিত হয়ে অত্যন্ত ঝাঁঝালো ও বিদ্যী গন্ধযুক্ত অ্যাক্রোলিন বাষ্প বের হয়।



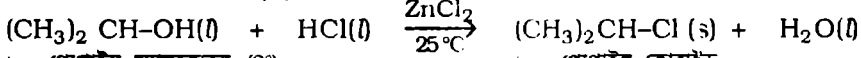
৭.১৪.৪ প্রাইমারি (1°), সেকেন্ডারি (2°) ও টারসিয়ারি (3°) অ্যালকোহলের পরীক্ষা :

১। লুকাস বিকারকসহ পরীক্ষা : গাঢ় HCl এসিডে দ্রবীভূত অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইডের দ্রবণকে লুকাস বিকারক বলে। কক্ষতাপমাত্রায় লুকাস বিকারকের সঙ্গে 3° অ্যালকোহল যোগ করা মাত্রই সাদা অধঃক্ষেপ বা তৈলাক্ত স্তর সৃষ্টি করে। সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল 5-10 মিনিটে অধঃক্ষেপ দেয়। প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল কক্ষতাপমাত্রায় কোন বিক্রিয়া করে না। কিন্তু উত্তপ্ত করলে দীর্ঘ সময় পড়ে তৈলাক্ত স্তর সৃষ্টি করে।



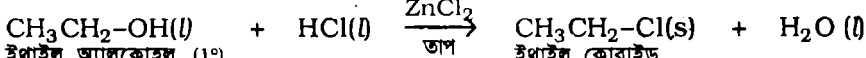
tert-বিউটাইল অ্যালকোহল (3°)

tert-বিউটাইল ক্লোরাইড



Iso-প্রোপাইল অ্যালকোহল (2°)

Iso-প্রোপাইল ক্লোরাইড



ইথাইল অ্যালকোহল (1°)

ইথাইল ক্লোরাইড

৭.১৪.৫ অ্যানকোহলে পানির উপস্থিতি শনাক্তকরণ : নিরুদিত কপার সালফেটসহ পরীক্ষা :

সাদা বর্ণের নিরুদিত কপার সালফেটের ওপর কয়েক ফোঁটা পরীক্ষাধীন অ্যানকোহল যোগ করা হয়। যদি সাদা কপার সালফেট গুঁড়া নীল বর্ণের সোদক কপার সালফেটে পরিণত হয়, তবে অ্যানকোহলে পানি আছে প্রমাণিত হয়।



সাদা নিরুদিত কপার সালফেট

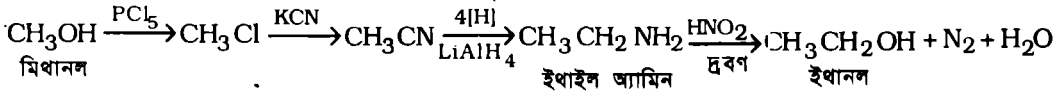
নীল সোদক কপার সালফেট

৭.১৫ আরোহ পদ্ধতি ও অবরোহ পদ্ধতি

Ascending Series and Descending Series

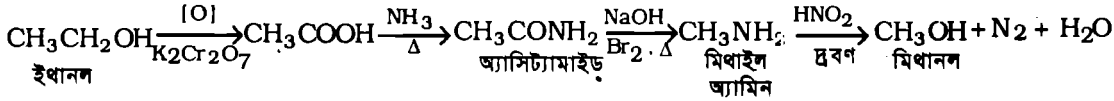
(ক) আরোহ পদ্ধতি : যে রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহের মাধ্যমে কোন জৈব যৌগের কার্বন শিকলে C-পরমাণুর সংখ্যা বৃদ্ধি করে একই সমগোত্রীয় শ্রেণীর অপর যৌগ প্রস্তুত করা যায়, তাকে আরোহ পদ্ধতি বলে। যেমন,

মিথানল থেকে ইথানল :



(খ) অবরোহ পদ্ধতি : যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে কোন জৈব যৌগের কার্বন শিকলে C-পরমাণুর সংখ্যা হ্রাস করে একই সমগোত্রীয় শ্রেণীর অপর যৌগ প্রস্তুত করা যায়, তাকে অবরোহ পদ্ধতি বলে। যেমন,

ইথানল থেকে মিথানল :



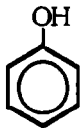
অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি যৌগ : ফেনল

AROMATIC HYDROXY COMPOUND. : PHENOL

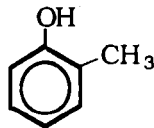
৭.১৬ অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি যৌগ : ফেনল

Aromatic hydroxy compounds : Phenol

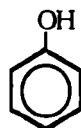
ফেনল : অ্যারোমেটিক হাইড্রোক্সিকার্বনের বেনজিন বলয় থেকে এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণুকে সম-সংখ্যক হাইড্রক্সি (—OH) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে যে সব যৌগ উৎপন্ন হয় তাদের একত্রে ফেনল বলে। যেমন, বেনজিন বলয়ের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি হাইড্রক্সিল মূলক (—OH) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে কার্বলিক এসিড নামক ফেনল পাওয়া যায়। যেমন,



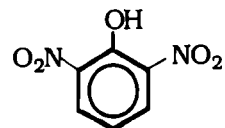
কার্বলিক এসিড
(ফেনল)



২-মিথাইল ফেনল
অর্থো-ক্রিসল



৪-ক্লোরো
ফেনল



২,৪,৬-ট্রাইনাইট্রো ফেনল
(পিকরিক এসিড)

রাসায়নিক ধর্মের দিক দিয়ে ফেনল যুদ্ধাধর্মী।

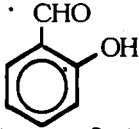
৭.১৭ ফেনলের নামকরণ ও শ্রেণীবিভাগ

Nomenclature and classification of phenols

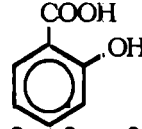
নামকরণ : ১। অনেক ফেনল টিভিয়াল পদ্বতির নামানুসারে বিশেষভাবে পরিচিত। যেমন, টলুইন থেকে উদ্ভূত ফেনলসমূহকে ক্রিসল (cresols) বলা হয়।

২। IUPAC পদ্বতিতে ফেনলের নামকরণে জৈব যৌগের কার্যকরী মূলকের তালিকায় মূলকের অবস্থান-ক্রম মেনে চলা হয়। ফেনলের গঠনে -OH মূলকের অগ্রবর্তী কোন মূলক (যেমন, -COOH, -CHO) থাকলে তার অবস্থানকে 1 ধরে -OH মূলকের অবস্থান নির্ধারণ করা হয়। কিন্তু -OH মূলকের অনুবর্তী মূলক যুক্ত ফেনলের বেলায় তাদেরকে প্রতিস্থাপিত ফেনলরূপে গণ্য করা হয়।

অ্যালডিহাইড ও কার্বক্সিল মূলক যুক্ত ফেনলসমূহকে হাইড্রক্সি প্রতিস্থাপিত অ্যালডিহাইড ও কার্বক্সিলিক এসিডরূপে গণ্য করা হয়। অ্যালডিহাইড মূলক ও কার্বক্সিল মূলক থেকে 1 গণনা শুরু হয়। যেমন,



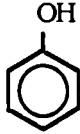
স্যালিসাইল অ্যালডিহাইড
বা, 2-হাইড্রক্সি বেনজ্যালডিহাইড



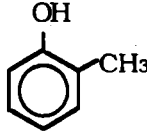
স্যালিসাইলিক এসিড
বা, 2-হাইড্রক্সি বেনজয়িক এসিড

ফেনলের শ্রেণীবিভাগ : তাদের বেনজিন বলয়ের সাথে যুক্ত হাইড্রক্সিল মূলক (-OH)-এর সংখ্যানুসারে করা হয়। বলয়ের সাথে যুক্ত -OH মূলকের সংখ্যা 1, 2, 3 ইত্যাদি হলে ফেনলসমূহকে যথাক্রমে মনোহাইড্রিক, ডাইহাইড্রিক ও ট্রাইহাইড্রিক ফেনল বলা হয়। এক্ষেত্রে ফেনলের নামকরণ সাধারণ পদ্বতি ও IUPAC পদ্বতিতে দেখানো হল :

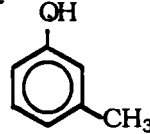
(১) মনোহাইড্রিক ফেনলের নামকরণ



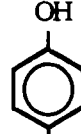
ফেনল বা
হাইড্রক্সি বেনজিন



অর্ধো ক্রিসল বা
2-মিথাইল ফেনল

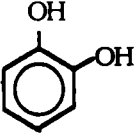


মেটা ক্রিসল বা
3-মিথাইল ফেনল

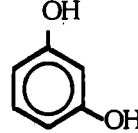


পারা ক্রিসল বা
4-মিথাইল ফেনল

(২) ডাইহাইড্রিক ফেনলের নামকরণ



ক্যাটিকল বা
1,2-ডাইহাইড্রক্সি বেনজিন

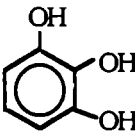


রিসরসিনল বা
1,3-ডাইহাইড্রক্সি বেনজিন

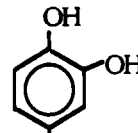


কুইনল বা হাইড্রোকুইনোন বা
1,4-ডাইহাইড্রক্সি বেনজিন

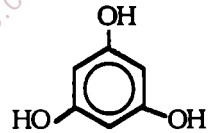
(৩) ট্রাইহাইড্রিক ফেনলের নামকরণ :



পাইরোগ্যালল বা
1,2,3-ট্রাইহাইড্রক্সি বেনজিন



হাইড্রক্সি কুইনোন বা
1,2,4-ট্রাইহাইড্রক্সি বেনজিন

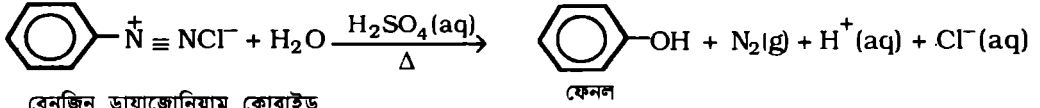


ফ্লোরোসিনল বা
1,3,5-ট্রাইহাইড্রক্সি বেনজিন

৭.১৮ পরীক্ষাগারে ফেনল প্রস্তুতি

Laboratory preparation of phenol

(১) ডায়াজেনিয়াম লবণের আর্দ্র বিশ্লেষণ : ফুটন্ত অধিক পরিমাণ লঘু সাণফিউরিক এসিডের মধ্যে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডকে ফোঁটায় ফোঁটায় মিশ্রিত করলে ফেনল ও নাইট্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। ফেনল উদ্বায়ী; তাই উৎপন্ন ফেনলকে পাতিত তরলরূপে সংগৃহীত করা হয়।



বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড

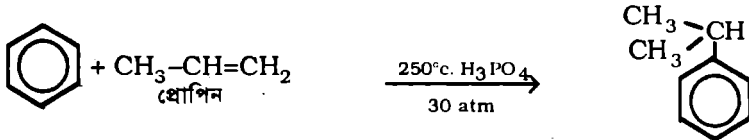
ফেনল

সতর্কতা : ফুটন্ত লঘু H_2SO_4 অধিক পরিমাণে ব্যবহার করতে হবে এবং ডায়াজেনিয়াম লবণ অল্প অল্প করে এসিড মিশ্রণে যোগ করতে হবে। নতুবা উৎপন্ন ফেনল বেনজিন ডায়াজেনিয়াম লবণের সাথে যুগল বিক্রিয়া দ্বারা অ্যাজো-ডাই গঠন করে থাকে।

৭.১৯ ফেনলের শিল্পোৎপাদন (Manufacture of phenol)

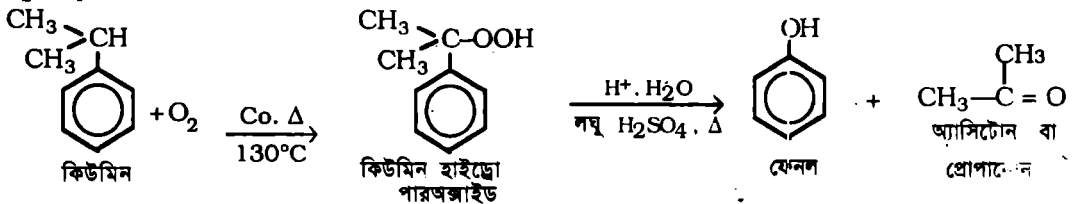
১। বেনজিন থেকে ফেনল উৎপাদন : কিউমিন ফেনল পদ্ধতি : সর্বাধুনিক এ পদ্ধতিতে প্রায় 90% ব্যবহৃত ফেনলের শিল্পোৎপাদন করা হয়। এ সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে ফেনল উৎপাদন দু'ধাপে সম্পন্ন করা হয়। যেমন,

(ক) পেটোলিয়াম থেকে উৎপাদিত বেনজিন-বাষ্প ও প্রোপিন থেকে ফ্রিডেল-ক্র্যাফট বিক্রিয়ার সাহায্যে কিউমিন প্রস্তুত করা হয়। এ বিক্রিয়ায় 250°C তাপমাত্রা, 30 atm-চাপ ও প্রভাবকরূপে H_3PO_4 ব্যবহৃত হয়।

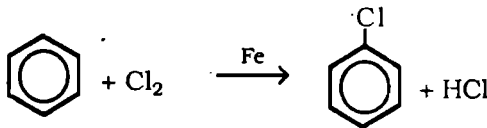


কিউমিন বা আইসো প্রোপাইল বেনজিন

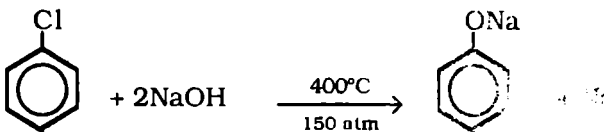
(খ) কিউমিন বা আইসোপ্রোপাইল বেনজিনকে 130°C তাপমাত্রায় উদ্ভাস্ত প্রভাবক Co অথবা Mn লবণ সহকারে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে কিউমিন হাইড্রো পারঅক্সাইডে পরিণত করা হয়। পরে তাকে লঘু H_2SO_4 এসিড দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে ফেনল ও অ্যাসিটোন পাওয়া যায়।



২। বেনজিন থেকে ফেনল উৎপাদন : ডাউ পদ্ধতি : এ পদ্ধতিতে প্রথমে বেনজিনকে লৌহ প্রভাবকের উপস্থিতিতে ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া ঘটিয়ে ক্লোরোবেনজিনে পরিণত করা হয়।

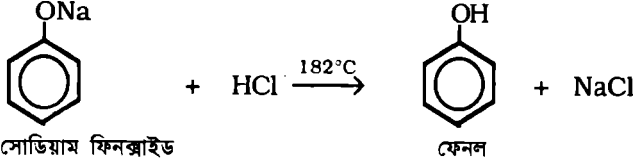


পরে উক্ত ক্লোরোবেনজিনকে 10% NaOH-এর সাথে 150 atm চাপে এবং 400°C তাপমাত্রায় সোডিয়াম ফিনক্সাইডে পরিণত করা হয়।



সোডিয়াম ফিনক্সাইড

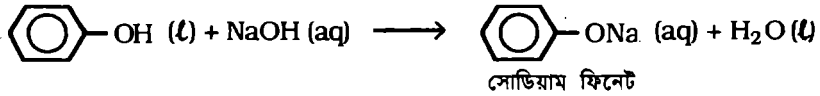
সোডিয়াম ফিনক্সাইডকে HCl সহযোগে অম্লীয় করলে ফেনল উৎপন্ন হয় এবং শেষে 182°C তাপমাত্রায় পাতন প্রক্রিয়ায় উক্ত ফেনলকে পৃথক করা হয়।



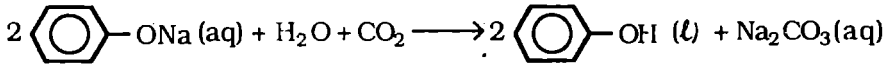
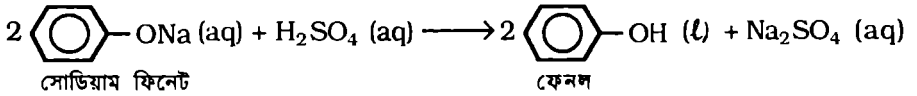
৩। আলকাতরা থেকে ফেনল উৎপাদন : আলকাতরা থেকে নিম্নোক্তভাবে ফেনল উৎপাদন করা হয় :

(ক) আলকাতরা থেকে মধ্যম তৈল উৎপাদন : বিটুমিনাস কয়লাকে 900° - 1100°C তাপমাত্রায় বিধ্বংসী পাতনে প্রাপ্ত আলকাতরাকে প্রায় 170° - 230°C তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করলে মধ্যম তৈল পাওয়া যায়। মধ্যম তৈলে ফেনল, ক্রিসল ও ন্যাফথালিন থাকে।

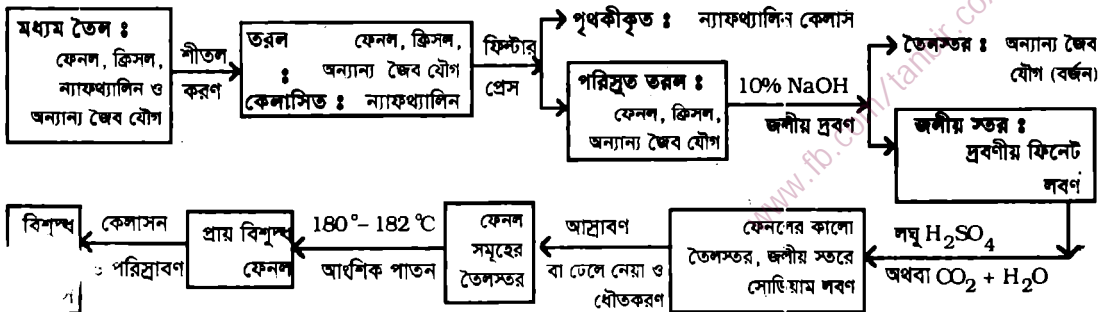
(খ) মধ্যম তৈল থেকে ফেনল নিষ্কাশন : মধ্যম তৈল ফেনলের অন্যতম উৎস। মধ্যম তৈলে ফেনলের সাথে ক্রিসল ও বেশির ভাগ ন্যাফথালিন (C₁₀H₈) থাকে। মধ্যম তৈলকে শীতল করলে ন্যাফথালিন কেলাসিত হয়। পরিস্রাবণ মেশিনে চাপ ('ফিল্টার প্রেস') প্রয়োগে হেঁকে ন্যাফথালিন কেলাস পৃথক করার পর পরিস্রুত তরলকে জলীয় 10% NaOH দ্রবণ সহযোগে ঝাঁকানো হয়। ফলে ফেনল ও ফেনল জাতীয় যৌগসমূহ দ্রবণীয় সোডিয়াম ফিনেট লবণরূপে জলীয় স্তরে দ্রবীভূত হয়। উপস্থিত অন্যান্য জৈব যৌগসমূহ তৈল স্তরে থাকে।



জলীয় স্তরকে ভারী তৈল স্তর থেকে পৃথক করে এর সাথে লঘু H₂SO₄ যোগ করা হয়; অথবা উচ্চ চাপে CO₂ গ্যাস চালনা করা হয়। ফলে ফিনেট লবণ অম্লীয় আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে ফেনলে পরিণত হয় এবং গাড় কাপো তৈল স্তররূপে জলীয় স্তর থেকে পৃথক হয়ে পড়ে।



কাপো বর্ণের গাড় তৈল স্তরকে আস্রাবণ প্রক্রিয়ায় ওপর থেকে টেলে পৃথক করার পর পানি দিয়ে ধৌত করে শুষ্ক করা হয়। পরে একে 180° - 182°C তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করা হয়। প্রাপ্ত পাতিত তরলকে 41°C তাপমাত্রায় শীতল করলে বিশুদ্ধ ফেনলের বর্ণহীন কেলাস পাওয়া যায় এবং ফেনলের সমগোত্রীয় যৌগসমূহ শেষ দ্রবণে থেকে যায়। শেষে বিশুদ্ধ ফেনলের কেলাসকে পরিস্রাবণে পৃথক করা হয়।

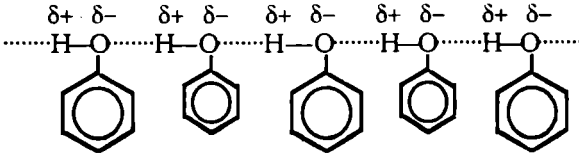


চিত্র ৭.৭ : মধ্যম তৈল থেকে বিশুদ্ধ ফেনল নিষ্কাশন এর প্রণালীচিত্র

৭.২০ ফেনলের ভৌত ধর্ম (Physical properties of phenols)

১। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : ফেনল বর্ণহীন কেলাসাকার কঠিন পদার্থ। ফেনলসমূহ পরস্পরের সাথে আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। এদের স্ফুটনাঙ্ক ও গলনাঙ্ক অন্য সমআণবিক ভর বিশিষ্ট জৈব যৌগ যেমন টলুইন অপেক্ষা বেশি। যেমন, ফেনলের (আণবিক ভর = 94) গলনাঙ্ক 41°C ও স্ফুটনাঙ্ক 182°C । কিন্তু টলুইনের (আণবিক ভর = 92) গলনাঙ্ক -98°C ও স্ফুটনাঙ্ক 111°C ।

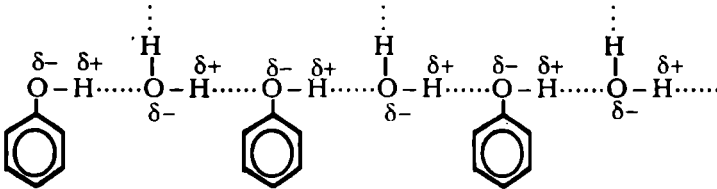
এর কারণ হল ফেনল অণু পোলার হওয়ায় নিজের অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক H-বন্ধন গঠন করে সংবন্ধ অবস্থায় থাকে।



চিত্র- ৭.৮ : ফেনল অণুর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন (ডট চিহ্ন দ্বারা দেখানো হল)

২। দ্রাব্যতা : ফেনলের $-\text{OH}$ মূলকে দ্বিমেরু আছে। তাই ফেনল অণুসমূহ পরস্পর আন্তঃআণবিক H বন্ধন দ্বারা সংবন্ধ থাকে। হাইড্রোজেন বন্ধন ফেনলের দ্রাব্যতাকে প্রভাবিত করে। যেমন,

আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে সংবন্ধ ফেনল অণুসমূহ কক্ষ তাপমাত্রায় গৃথক হয়ে পানিতে দ্রবীভূত হতে পারে না। তাই ফেনল শীতল পানিতে প্রায় অদ্রবণীয়। কিন্তু গরম অবস্থায় এবং 66°C তাপমাত্রায় বা এর উর্ধ্বে ফেনল পানিতে অধিক দ্রবণীয়। কারণ ফেনলের দুই অণুর মধ্যবর্তী হাইড্রোজেন বন্ধন উত্তপ্ত অবস্থায় ভেঙে যায়। পরে হাইড্রোজেন বন্ধন ভেঙে মুক্ত ফেনল অণু পানির অক্সিজেন পরমাণুর সাথে পুনরায় হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে দ্রবীভূত হয়। যেমন,



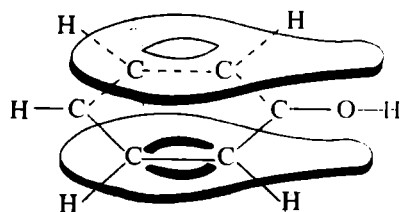
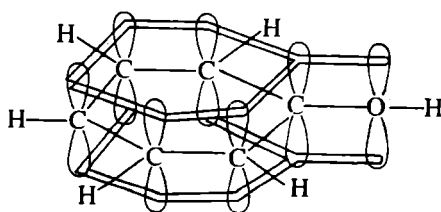
চিত্র ৭.৯ : পানি অণু ও ফেনল অণুর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন (ডট চিহ্ন দ্বারা দেখানো হল)

পোলার দ্রাবক পানির মত অ্যালকোহল ও ইথারে ফেনল শীতল অবস্থায় অদ্রবণীয়, কিন্তু গরম অবস্থায় দ্রবণীয় হয়।

৭.২১ ফেনলের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of phenols)

সক্রিয়তা : ফেনলের গাঠনিক সংকেতে দেখা যায়, বেনজিন-বলয়ের সাথে $-\text{OH}$ মূলক সরাসরি যুক্ত আছে। এই $-\text{OH}$ মূলক বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক হওয়ায় ফেনল বেনজিন অপেক্ষা অধিক সক্রিয় হয়। তবে অ্যালকোহল ($\text{R}-\text{OH}$) এর $-\text{OH}$ মূলকের চেয়ে ফেনল ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$) এর $-\text{OH}$ মূলক কম সক্রিয়। ফেনল HX এর সাথে বিক্রিয়া করে না এবং PCl_5 এর সাথে খুব ধীরে ধীরে বিক্রিয়া করে। এর কারণ ফেনলের বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রনের সাথে $-\text{OH}$ মূলকের অক্সিজেন পরমাণুর একটি p-অরবিটালের সর্ম্মিশ্রণ ঘটে। তাই বেনজিন বলয়ের সাথে $-\text{OH}$ মূলক অ্যালকোহলের চেয়ে কিছুটা দুর্বলভাবে যুক্ত আছে; [চিত্র ৭.৫]। ফেনলের অণুতে $\text{O}-\text{H}$ বন্ধনটি অ্যালকোহলের তুলনায় অধিক পোলার হয়। ফলে ফেনল অ্যালকোহলের চেয়ে অধিক অম্লধর্ম দেখাতে পারে। ফেনলের বিক্রিয়াকে নিম্নোক্ত তিন শ্রেণীতে আলোচনা করা যায়। যেমন,

- (১) ফেনলের -OH মূলকের বিক্রিয়া,
- (২) বেনজিন বলয়ে যুত ও প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ও
- (৩) ফেনলের বিশেষ বিক্রিয়া।



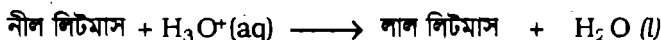
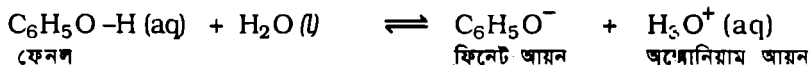
চিত্র ৭.১০ : ফেনলের বেনজিন বলয়ের পাই (π) ইলেকটনের সাথে অক্সিজেন পরমাণুর p-অরবিটালের সমমিশ্রণ।

৭.২১.১ ফেনলের-OH মূলকের বিক্রিয়া

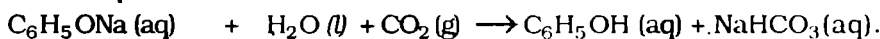
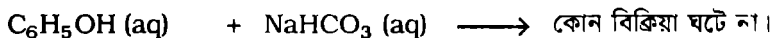
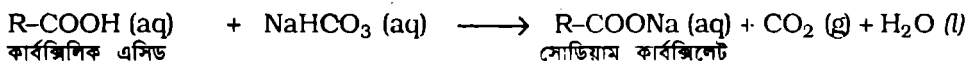
Reactions of -OH group of phenol

১। ফেনলের অম্ল ধর্ম

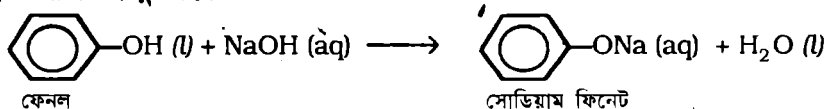
(ক) লিটমাসসহ ক্রিয়া : পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় ফেনল সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়ে H⁺ আয়ন দেয়। ফলে ফেনল অম্লধর্মী হয়। ফেনল একটি দুর্বল এসিড (pK_a = 10.0), এটা নীল লিটমাসকে লাল করতে পারে।



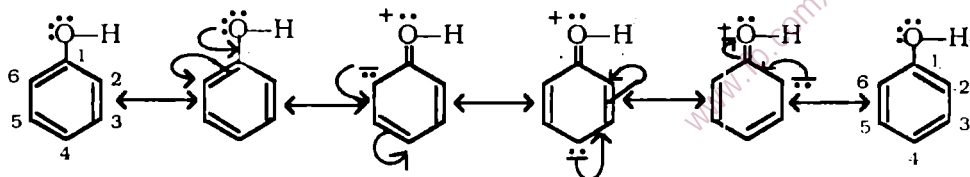
কিন্তু ফেনল কার্বক্সিলিক এসিড অপেক্ষা দুর্বল এসিড হওয়ায় কার্বক্সিলিক এসিডের মত ফেনল NaHCO₃ থেকে CO₂ উৎপন্ন করে না। অপরদিকে সোডিয়াম ফিনেট থেকে CO₂ এর জলীয় দ্রবণ বা কার্বনিক এসিড দ্বারা ফেনল বিমুক্ত করা যায়। এতে প্রমাণিত হয় যে, ফেনল কার্বনিক এসিড (H₂CO₃) অপেক্ষা দুর্বল এসিড।



(খ) ক্ষারসহ বিক্রিয়া : ফেনল অম্লধর্মী হওয়ায় এটি কস্টিক সোডার সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ফিনেট লবণ (C₆H₅ONa) ও পানি উৎপন্ন করে :

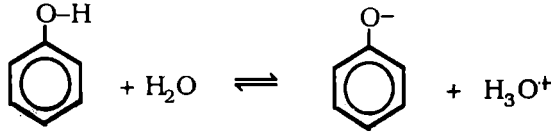


১(ক) ফেনলের অম্লত্বের কারণ : ফেনলের বেনজিন চক্র অনুরণন বা রেজেসন প্রদর্শন করে। এর ফলে ফেনল অণুতে নিম্নোক্ত অনুরণিত কাঠামো সম্ভব।



তবে ফেনলের প্রকৃত কাঠামো হল এনব অনুরণিত কাঠামোর একটি সংকর কাঠামো। এ অনুরণনের কারণে ফেনলের -OH মূলকের অক্সিজেন পরমাণুটি আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে। এ অক্সিজেন পরমাণুটি O-H উ. মা. রসায়ন (২য়)-৫১

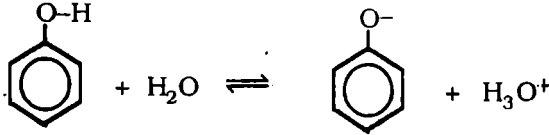
বন্ধনের ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করে তখন $O-H$ বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ে। পানির উপস্থিতিতে ঐ $-O-H$ মূলকের H পরমাণুটি প্রোটন (H^+) রূপে পৃথক হয়ে পড়ে। এরূপে প্রোটন প্রদানে সক্ষম হওয়ায় ফেনল অম্লধর্মী হয়।



ফিনক্সাইড আয়ন (সুস্থিত) হাইড্রোনিয়াম আয়ন

আবার প্রোটন ত্যাগের ফলে সৃষ্ট ফিনক্সাইড আয়নটি অনুরণনের মাধ্যমে সুস্থিতি লাভ করে। সুতরাং ফেনল অম্লধর্মী হওয়ার কারণ হল দুটি। (১) বেনজিন বলয়ে অনুরণনের কারণে $-OH$ মূলকের আয়নিত হওয়ার প্রবণতা সৃষ্টি এবং (২) প্রোটন ত্যাগের পর সৃষ্ট ফিনক্সাইড আয়নের মধ্যেও অনুরণনজনিত স্থিতিশীলতা অর্জন।

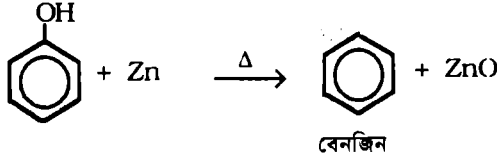
১(খ)। ফেনল ও অ্যালকোহলের অম্লত্বের তুলনা : ফেনল অ্যালকোহল থেকে সবল এসিড এবং ইথানল খুব দুর্বল এসিড। কারণ, ইথানল (C_2H_5OH) এর $pK_a = 16.0$ । ইথোক্সাইড আয়ন, $C_2H_5O^-$ সহজেই প্রোটন গ্রহণ করে ইথানল C_2H_5OH উৎপন্ন করে। অপরদিকে ফেনলের $pK_a = 10$ । উল্লেখ্য ফিনক্সাইড আয়ন ($C_6H_5O^-$) এ অক্সিজেনের একটি p অরবিটাল রেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রনের সাথে মিশে যায়; (চিত্র ৭.১০)। ফলে অক্সিজেনের ঋণাত্মক চার্জ বলয়ের দিকে কিছু পরিমাণে বিস্তার লাভ করে। তাই ফিনক্সাইড আয়ন ($C_6H_5O^-$) সুস্থিত হয় এবং সহজে প্রোটন গ্রহণ করে ফেনল, C_6H_5OH অণু গঠন করতে চায় না।



ফিনক্সাইড আয়ন (সুস্থিত)

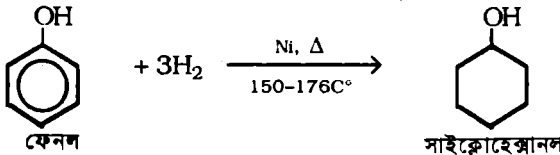
অপরদিকে ইথানল প্রোটন ত্যাগ করলে যে ইথোক্সাইড আয়ন ($C_2H_5O^-$) উৎপন্ন হয়, তাতে ফিনক্সাইড আয়নের মত π ইলেকট্রনের অনুরণন ঘটে না। তাই ইথোক্সাইড আয়ন সুস্থিত নয়।

২। জিংক চূর্ণ দ্বারা ফেনলের বিজারণ : বেনজিন গঠন : জিংক চূর্ণের সাথে ফেনলকে পাতিত করলে জিংক ধাতু দ্বারা ফেনল বিজারিত হয়ে বেনজিন ও জিংক অক্সাইড উৎপন্ন করে।



বেনজিন

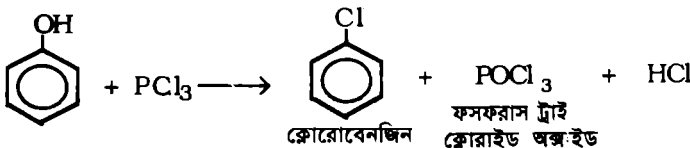
২(১)। প্রভাণকসহ H_2 দ্বারা ফেনলের বিজারণ : প্রায় $150-175^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় উদ্ভূত নিকেল চূর্ণ প্রভাবকের উপস্থিতিতে প্রতি অণু ফেনলের সাথে তিন অণু H_2 যুক্ত হয়ে সাইক্লোহেক্সানল উৎপন্ন করে।



ফেনল

সাইক্লোহেক্সানল

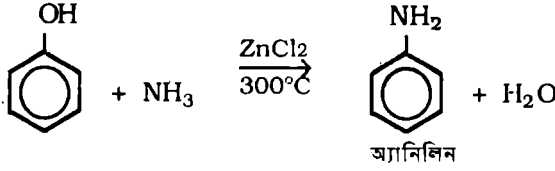
৩। ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়া : ফেনল ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ক্লোরোবেনজিন, ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড অক্সাইড ও HCl উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ফেনলের $-OH$ মূলক ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। [অ্যালকোহলের চেয়ে ফেনল PCl_5 এর সাথে ধীরে বিক্রিয়া করে।]



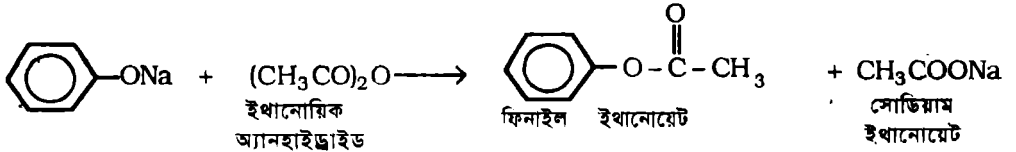
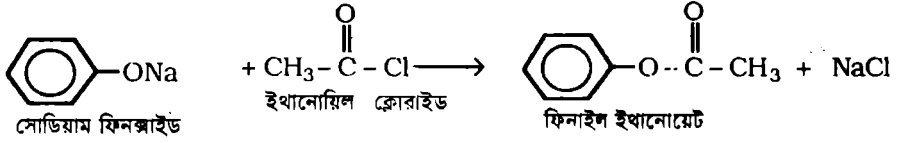
ক্লোরোবেনজিন

ফসফরাস ট্রাই
ক্লোরাইড অক্সাইড

৪। অ্যামোনিয়াসহ বিক্রিয়ায় অ্যানিলিন গঠন : প্রভাবক $ZnCl_2$ -এর উপস্থিতিতে অথবা অধিক চাপের মধ্যে ফেনল ও অ্যামোনিয়াকে একত্রে $300^\circ C$ -এ উত্তপ্ত করলে অ্যানিলিন ও পানি উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ফেনলের $-OH$ মূলক অ্যামিনো ($-NH_2$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

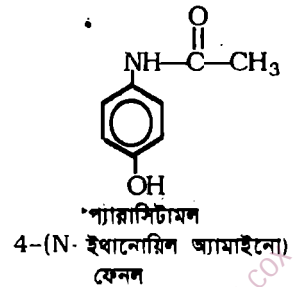
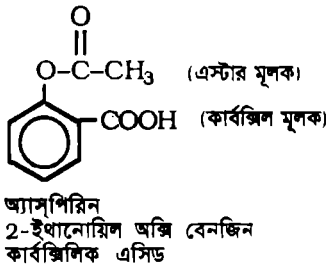


৫। ফেনলের এস্টার গঠন : ফেনলের এস্টারিকরণ অ্যালকোহলের চেয়ে ধীরে ঘটে। তাই প্রথমে ফেনলকে ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া দ্বারা ফিনক্সাইডে পরিণত করতে হয়। পরে ফিনক্সাইডের সাথে ইথানোয়িক ক্লোরাইড বা ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ার ফলে ফিনাইল ইথানোয়েট এস্টার উৎপন্ন হয়।

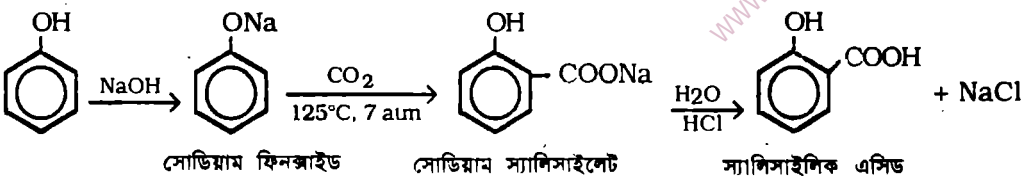


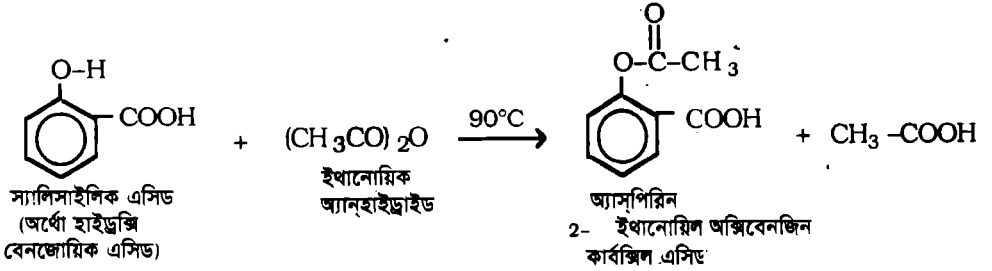
৫(১)। জ্বর ও ব্যথা নিবারক ওষুধ : ওষুধ শিল্পে ফেনল ও ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের গুরুত্ব :

ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের স্যালিসাইলিক এসিড এস্টার ও ফেনলিক এস্টার জ্বর ও ব্যথা নিবারক (antipyretic & painkiller) রূপে ক্রিয়া করে। এরূপ ওষুধ হল অ্যাসপিরিন ও প্যারাসিটামল। তাদের গাঠনিক সংকেতে ফিনক্সিমূলক আছে।

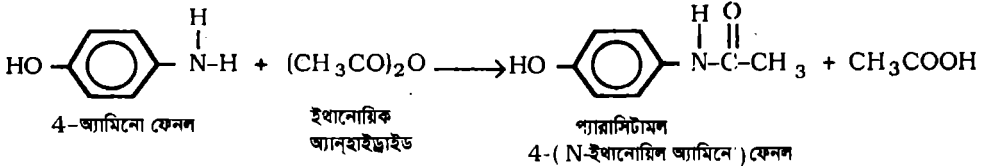


(ক) অ্যাসপিরিন প্রস্তুতি : স্যালিসাইলিক এসিডকে ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডসহ উত্তপ্ত করলে 2-ইথানোয়িক অক্সি বেনজিন কার্বক্সিলিক এসিড বা অ্যাসপিরিন উৎপন্ন হয়। শিল্পক্ষেত্রে সোডিয়াম ফিনক্সাইডের মধ্যে প্রায় $125^\circ C$ -এ ও 4-7 atm চাপে CO_2 চালনা করে সোডিয়াম স্যালিসাইলেটে প্রস্তুতির পর তাকে লঘু HCl দ্বারা আর্দ্রবিশ্রেষণ করে স্যালিসাইলিক এসিড প্রস্তুত করা হয়।

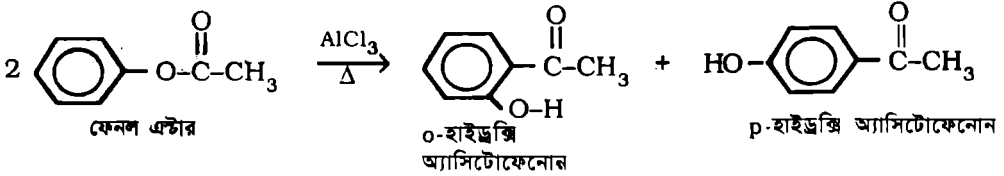




(খ) প্যারাসিটামল প্রস্তুতি : 4-অ্যামিনো ফেনলকে ইথানোয়িক অ্যান্‌হাইড্রাইড দ্বারা অ্যাসিটাইলকরণ করে 4-হাইড্রক্সি অ্যাসিট্যানিলাইড বা 4-(N-ইথানোয়িক অ্যামিনো) ফেনল বা প্যারাসিটামল প্রস্তুত করা হয়।

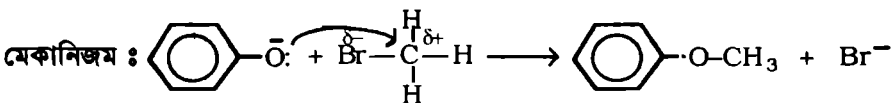
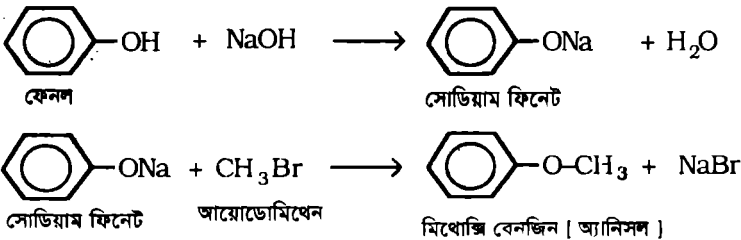


৫(২)। অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ফেনলের এস্টারকে উত্তপ্ত করলে ফেনল এস্টারের আণবিক পুনর্বিন্যাস ঘটে এবং অর্ধে ও প্যারা হাইড্রক্সিকিটোন উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়া ফ্রিজ পুনর্বিন্যাস (Fries rearrangement) নামে পরিচিত। যেমন, শুষ্ক AlCl_3 এর উপস্থিতিতে ফিনাইল ইথানোয়েটকে উত্তপ্ত করলে অর্ধেহাইড্রক্সি অ্যাসিটোফেনোন ও প্যারাহাইড্রক্সি অ্যাসিটোফেনোন উৎপন্ন হয়।

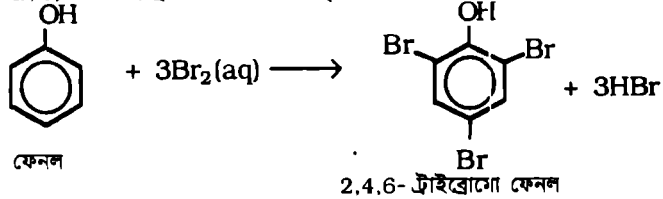


এ বিক্রিয়ায় ইথানোয়িক মূলক ($-\text{COCH}_3$) ফেনলীয় অক্সিজেন হতে বেনজিন বলয়ের অর্ধে এবং প্যারা অবস্থানে স্থানান্তরিত হয়। অধিক তাপমাত্রায় (160°C এ) অর্ধে সমাণু এবং কম তাপমাত্রায় প্যারা সমাণুর পরিমাণ বেশি হয়।

৬। ফেনলের ইথার গঠন : ফেনলের সোডিয়াম লবণ অর্থাৎ সোডিয়াম ফিনাইড হ্যালাজেনো অ্যালকেন-এর সাথে বিক্রিয়া করে ইথার উৎপন্ন করে। যেমন, ফেনলের সাথে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ফিনেট উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ফিনেট আয়ন নিউক্লিওফাইলরূপে ব্রোমো মিথেন বা মিথাইল ব্রোমাইডের সাথে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া করে মিথোক্সি বেনজিন বা অ্যানিসল উৎপন্ন করে। (এ বিক্রিয়াকে উইলিয়ামসন বিক্রিয়া বলা হয়।)



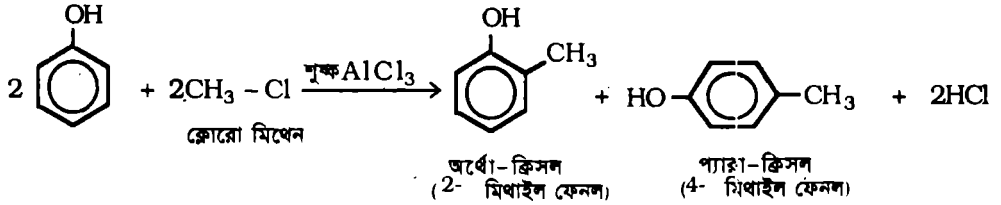
৩। ফেনলে হ্যালায়োজেনেশন করা অপ্রক্রিয়াজ্ঞ ও হ্যালায়োজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে ফেনলের মধ্যে লাল বর্ণের ব্রোমিন পানি যোগ করলে 2,4,6-টাইব্রোমো ফেনলের হৃদে সাদা অধঃক্ষেপ ও HBr উৎপন্ন হয়।



এ বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনল শনাক্ত করা হয়। বেনজিন বলয়ে -OH গ্রুপের উপস্থিতির দরুন এর অর্ধো ও প্যারা অবস্থানগুলো বেশি সক্রিয় থাকে। পানির উপস্থিতিতে ফেনল্লাইড আয়ন উৎপন্ন হয়। ফলে বেনজিন বলয়ে অধিকতর সক্রিয় হয়। কিন্তু অপোলার দ্রাবক যেমন, CCl₄ বা, CS₂ এ দ্রবীভূত ক্লোরিন অথবা ব্রোমিন যথাক্রমে অর্ধো ও প্যারা-ক্লোরো ফেনল এবং অর্ধো ও প্যারা-ব্রোমো ফেনল উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে দ্রাবকের প্রভাবে বিক্রিয়ার বেগ পরিবর্তিত হয়।

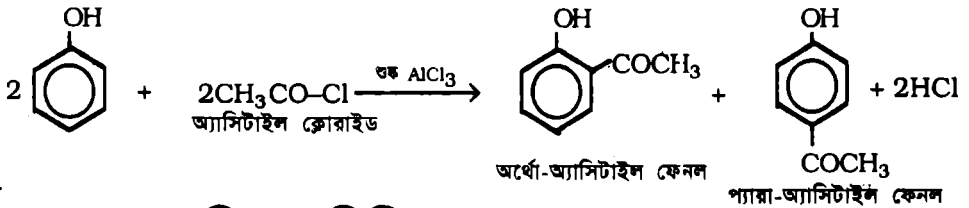
৪। ফ্রিডেল ক্রাফটস্ অ্যালকাইলেশন ও অ্যাসাইলেশন :

(১) অ্যালকাইলেশন : অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ফেনল ও অ্যালকাইল হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় অর্ধো ও প্যারা অ্যালকাইল ফেনল উৎপন্ন হয়। সাধারণত এ বিক্রিয়ায় অর্ধো-ফেনল অপেক্ষা প্যারা-ফেনল সমাগুর উৎপাদন ভাল হয়। যেমন, শূক্ষ্ণ AlCl₃ এর উপস্থিতিতে ফেনল ও ক্লোরো মিথেনের বিক্রিয়ায় অর্ধো-ক্রিসল ও প্যারা ক্রিসল উৎপন্ন হয়।



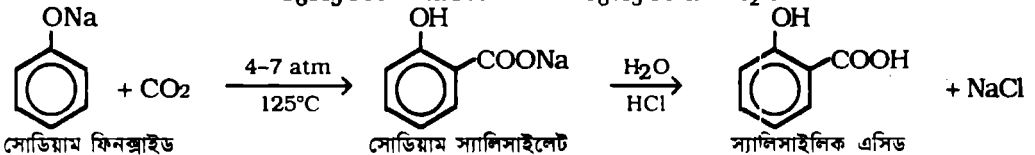
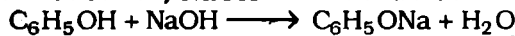
প্রভাবকরূপে গাঢ় H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে RX এর পরিবর্তে ROH অথবা অ্যালকিন সহযোগে ফ্রিডেল-ক্রাফটস্ বিক্রিয়া আরো অধিক উৎপাদ দেয়। এতে মৃদু তাপ প্রয়োগ দরকার হয়।

(২) অ্যাসাইলেশন : অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ফেনল ও অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় অর্ধো ও প্যারা অ্যাসিটাইল ফেনল উৎপন্ন হয়। তবে এ বিক্রিয়ায় অর্ধো অপেক্ষা প্যারা সমাগুর পরিমাণ বেশি হয়। যেমন,



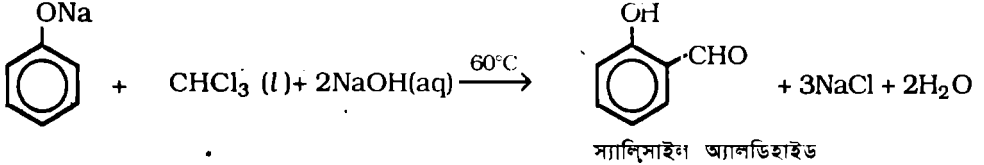
৭.২১.৩ ফেনলের বিশেষ বিক্রিয়া (Special reactions of phenols)

১। কোব বিক্রিয়া : প্রায় 125°C তাপমাত্রা ও 4-7 atm চাপে সোডিয়াম ফিনল্লাইডের মধ্যে কার্বন ডাই অক্সাইড চালনা করলে সোডিয়াম স্যালিসাইলেট উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন সোডিয়াম স্যালিসাইলেটকে লঘু HCl এসিডের সাহায্যে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে স্যালিসাইলিক এসিড বা অর্ধো হাইড্রক্সি বেনজোয়িক এসিড উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াকে কোব বিক্রিয়া বলে। প্রথমে ফেনল ও NaOH-এর বিক্রিয়া দ্বারা সোডিয়াম ফিনল্লাইড প্রস্তুত করা হয়।

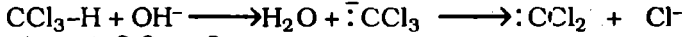


বিক্রিয়ার মেকানিজম : এক্ষেত্রে কার্বন ডাইঅক্সাইড দুর্বল ইলেকট্রোফাইল ($\overset{\ominus}{\text{O}}=\overset{\oplus}{\text{C}}=\overset{\ominus}{\text{O}}$) রূপে ফিনক্সাইডের অর্ধে অবস্থানে আক্রমণ করে কার্বক্সিলেট আয়নরূপে যুক্ত হয়। পরে অর্ধে অবস্থানের H পরমাণুটি প্রোটন (H^+) রূপে মুক্ত হয়।

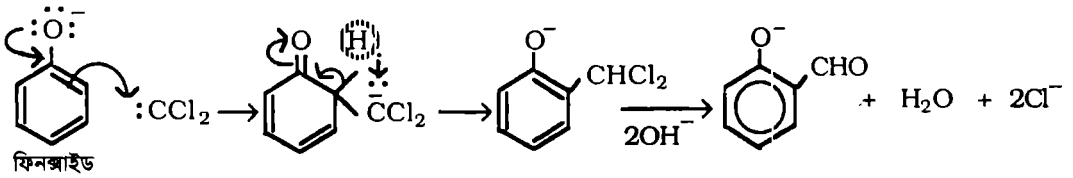
২। **রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া :** ফেনলের মধ্যে ক্লোরোফর্ম ও কস্টিক সোডা অর্ধবা কস্টিক পটাশ এর জলীয় দ্রবণ মিশ্রিত করে 60°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে স্যালিসাইল অ্যালডিহাইড বা অর্ধোহাইড্রক্সি বেনজ্যালডিহাইড, NaCl ও পানি উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া বলে। প্রথমে ফেনল ও NaOH এর বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ফিনক্সাইড গঠিত হয়। $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$



বিক্রিয়ার মেকানিজম : ফেনল ও স্কারের বিক্রিয়ায় প্রথমে ফিনক্সাইড গঠিত হয় এবং ক্লোরোফর্ম ও স্কারের বিক্রিয়ায় পানি, ক্লোরাইড আয়ন ও দুর্বল ইলেকট্রোফাইল 'ডাইক্লোরো মিথিলিন' ($:\text{CCl}_2$ অর্ধক অপরূর্ণ) উৎপন্ন হয়।

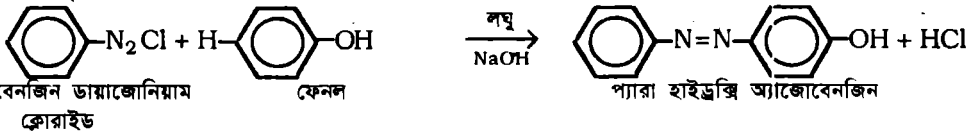


পরে অর্ধে অবস্থানে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন ঘটে। যেমন,



এ বিক্রিয়ায় CHCl_3 এর পরিবর্তে CCl_4 ব্যবহৃত হলে স্যালিসাইলিক এসিড উৎপন্ন হয়।

৩। **কাপলিং বিক্রিয়া :** লঘু ক্ষারীয় দ্রবণে শীতল অবস্থায় ফেনল ডায়াজোনিয়াম লবণের সাথে বিক্রিয়া করে হলুদ বর্ণের অ্যাজো যৌগ গঠন করে।

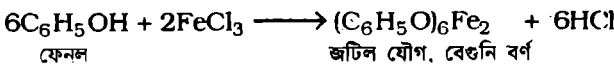


সাধারণত প্যারা অবস্থানেই যুগল ঘটে। কিন্তু প্যারা অবস্থান আবদ্ধ থাকলে বিক্রিয়া অর্ধে অবস্থানে ঘটে। কিন্তু কখনও মেটা অবস্থানে এ বিক্রিয়া সংঘটিত হয় না।

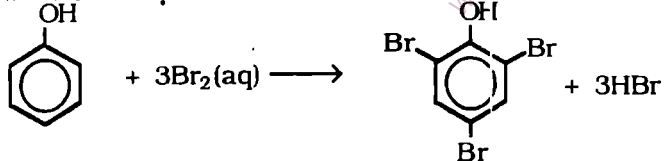
৭.২.২ ফেনলের শনাক্তকরণ পরীক্ষা

Identification tests for phenols

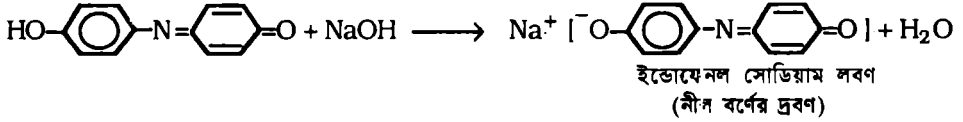
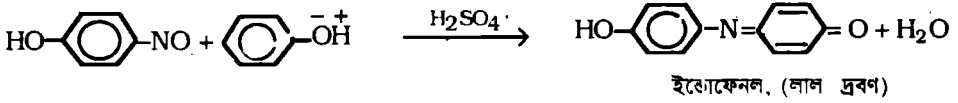
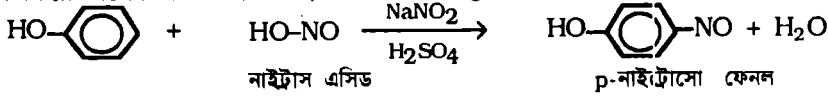
১। **ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ পরীক্ষা :** ফেনলের জলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা নিরপেক্ষ হাল্কা হলুদ বর্ণের ফেরিক ক্লোরাইড (FeCl_3) দ্রবণ যোগ করলে ডাইফেরিক হেক্সাফিনেট নামক ছাটিল যৌগের বেগুনি বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়।



২। **ব্রোমিন-পানি পরীক্ষা :** ফেনলের মধ্যে লাল বর্ণের ব্রোমিন পানি যোগ করার সঙ্গে সঙ্গে ২, ৪, ৬-টাইব্রোমো ফেনলের হলুদে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।

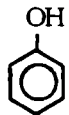


৩। নিবিারম্যান পরীক্ষা : ফেনলের সাথে সোডিয়াম নাইট্রাইট (NaNO_2) ও কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রিত করে উত্তপ্ত করলে সবুজ অথবা নীল বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এ দ্রবণের মধ্যে পানি যোগ করলে সে দ্রবণের বর্ণ হালকা লাল দেখায়। উক্ত লাল দ্রবণের মধ্যে অধিক NaOH দ্রবণ যোগ করলে পুনরায় সবুজ বর্ণ অথবা নীল বর্ণ ফিরে আসে। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনল শনাক্ত করা যায়।



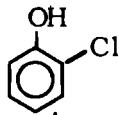
৭.২৩ ফেনলের ব্যবহার (Uses of phenols)

- ফেনল ফরম্যালডিহাইড প্রাস্টিক [যেমন, ব্যাকেলাইট ৮.১৫.৭ (খ-২)] উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।
- নাইলন প্রস্তুতিতে যে সাইক্লোহেক্সানল [৯.৩৭(খ)] ব্যবহৃত হয় সেটি উৎপাদনে ফেনল ব্যবহৃত হয়।
- ওষুধ শিল্পে কতিপয় ওষুধ যেমন, স্যালিসাইলিক এসিড, 'স্যালল' বা ফিনাইল সিজিসাইলেট, বেদনানাশক অ্যাস্পিরিন প্রভৃতি প্রস্তুতিতে; স্যালল (salol) অতিবেগুনি রশ্মি শোষণ করে। তাই এটি সান স্ক্রিনিং এজেন্ট (Sun screening agent) রূপে ব্যবহৃত হয়।
- পিকরিক এসিড উৎপাদনে, ফিনলফথ্যালিন এবং অন্যান্য কতিপয় রঞ্জক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
- 2,4-ডাই ক্লোরোফেনল অ্যাসিটিক এসিড (যা একটি আগাছা দমনকারী) এবং 4- ক্লোরো-3, 5-ডাই মিথাইল ফেনল (যা একটি শক্তিশালী অ্যান্টিসেপ্টিক ডেটল) তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
- গাছ সত্রক্ষণকারী হিসেবে ফেনল ব্যবহৃত হয়।
- জীবাণুনাশকরূপে ফেনলসমূহের ব্যবহার আছে। বিভিন্ন ফেনলের জীবাণুনাশক ক্ষমতা ফেনলের বেনজিন বলয়ে যুক্ত $-\text{Cl}$, $-\text{CH}_3$ ও $-\text{NO}_2$ মূলক প্রভৃতির ওপর নির্ভর করে। যেমন,



ফেনল

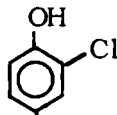
1



2-ক্লোরো

ফেনল

4

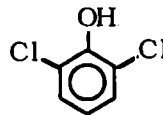


2,4- ডাই

ক্লোরো

ফেনল

13

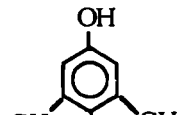


2, 4, 6- ট্রাই

ক্লোরো ফেনল

(TCP)

23



4- ক্লোরো -3, 5-

ডাইমিথাইল ফেনল

(Dettol)

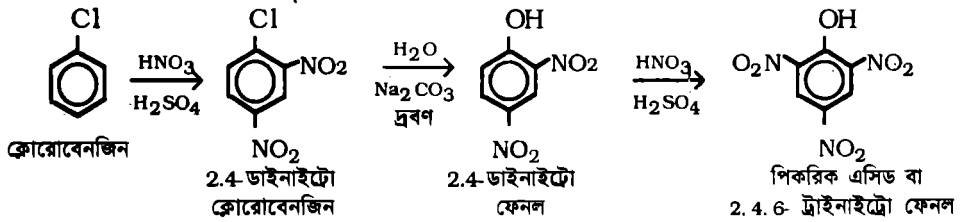
280

জীবাণুনাশক ক্ষমতা ক্রমবৃদ্ধি

৭.২৪ পিকরিক এসিড বা 2, 4, 6 ট্রাইনাইট্রোফেনল Picric acid or 2,4,6 Trinitrophenol

(ক) ফেনলের নাইট্রেশন ও অসুবিধা : ফেনলকে গাঢ় HNO_3 সহ সরাসরি নাইট্রেশন করলে পিকরিক এসিড উৎপন্ন হয়। কিন্তু $-\text{OH}$ মূলকের উপস্থিতিতে ফেনল অতিমাত্রায় সক্রিয় হওয়ায় নাইট্রেশনের সময় অনেক ফেনল জারিত হয়ে যায় এবং পিকরিক এসিডের উৎপাদনের পরিমাণ কম হয়। এ জন্য আধুনিক পদ্ধতিতে ক্লোরোবেনজিনকে নাইট্রেশন করে পিকরিক এসিড উৎপন্ন করা হয়।

(খ) আধুনিক পদ্ধতিতে পিকরিক এসিডের উৎপাদন : ক্লোরোবেনজিনকে প্রথমে গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রণ দ্বারা নাইট্রেশন করে ২, ৪-ডাইনাইট্রো ক্লোরোবেনজিনে পরিণত করা হয়। অতঃপর উৎপন্ন যৌগকে Na_2CO_3 দ্রবণ দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষিত করে ২, ৪-ডাইনাইট্রো ফেনলে পরিণত করা হয়। শেষে উৎপন্ন ডাই-নাইট্রো ফেনলকে গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 সহযোগে নাইট্রেশন করলে হলুদ বর্ণের ২, ৪, ৬-ট্রাইনাইট্রো ফেনল বা পিকরিক এসিড পাওয়া যায়।



(গ) পিকরিক এসিডের ভৌত ধর্ম

- ১। পিকরিক এসিড তিক্ত স্বাদযুক্ত হালকা হলুদ বর্ণের কঠিন ক্রিস্টালিন যৌগ।
- ২। পিকরিক এসিডের গলনাঙ্ক 122°C ।
- ৩। ঠাণ্ডা পানিতে এটি প্রায় অদ্রবণীয়, কিন্তু গরম পানি ও অ্যালকোহলে সহজে দ্রবণীয়।

(ঘ) পিকরিক এসিডের রাসায়নিক ধর্ম

১। পিকরিক এসিডের অণুতে তিনটি নাইট্রো ($-\text{NO}_2$) মূলক যুক্ত থাকায় পিকরিক এসিড ফেনল অপেক্ষা প্রায় ১২ গুণ বেশি অম্লীয়। যেমন, ফেনল NaHCO_3 থেকে CO_2 উৎপন্ন করতে পারে না। কিন্তু পিকরিক এসিড তা পারে।

২। পিকরিক এসিডের সাথে PCl_5 এর বিক্রিয়ায় পিকরাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পিকরাইল ক্লোরাইডকে পানির সাথে উত্তপ্ত করলে পুনরায় পিকরিক এসিড পাওয়া যায়। কিন্তু গাঢ় অ্যামোনিয়ার সাথে ঝাঁকালে পিকরামাইড পাওয়া যায়।






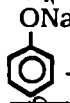
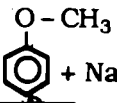
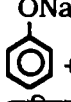
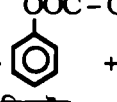
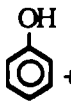
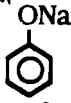
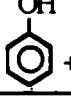
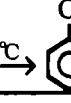
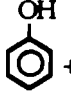
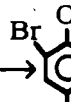
(ঙ) ব্যবহার : (১) বিস্ফোরক যৌগ প্রস্তুতিতে, (২) পশমী ও রেশমী বস্ত্রের রঞ্জক শিল্পে এবং (৩) পোড়া ক্ষতের জ্বালা ও পচন নিবারণে বার্নল মলম নামে পিকরিক এসিড ব্যবহৃত হয়।

৭.২৫ ফেনল ও অ্যালকোহলের মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

Similarities and dissimilarities between phenol and alcohol

ফেনল ও অ্যালকোহল উভয় শ্রেণীর যৌগে কার্যকরী মূলকরূপে $-\text{OH}$ মূলক বিদ্যমান থাকায় উভয়ের মধ্যে অনেক সাদৃশ্য দেখা যায়। কিন্তু এদের অণুস্থিত ফিনাইল ও অ্যালকাইল মূলকের কারণে উভয়ের মধ্যে বেশ বৈসাদৃশ্য প্রকাশ পায়। নিচের সারণিতে ফেনল ও অ্যালকোহলের মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য দেখানো হল :

সারণি ৭.৩ : ফেনল ও অ্যালকোহলের মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ধর্ম।

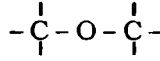
বিকারক/বিষয়	অ্যালকোহল	ফেনল
কার্যকরী মূলক :	অ্যালকোহলীয়-OH মূলক যেমন, H_3C-OH	ফেনলীয়-OH মূলক যেমন,  -OH
সাদৃশ্য ধর্ম ১। PCl_5 সহ -OH মূলক প্রতিস্থাপন :	১। অ্যালকোহল ক্লোরাইড, $POCl_3$ ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। যেমন, $C_2H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_2H_5Cl + POCl_3$ ইথানল ইথাইল ক্লোরাইড + HCl	১। ফিনাইল ক্লোরাইড, $POCl_3$ ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।  + $PCl_5 \rightarrow$  + $POCl_3 + HCl$ ফেনল ফিনাইল ক্লোরাইড
২। সোডিয়াম ধাতু ও RX সহ (ইথার গঠন) :	২। মিথানল, সোডিয়াম ও মিথাইল আয়োডাইডের বিক্রিয়ায় ডাইমিথাইল ইথার, H_2 গ্যাস ও NaI উৎপন্ন হয়। $CH_3OH + Na \rightarrow CH_3ONa + \frac{1}{2}H_2$ $CH_3ONa + CH_3I \rightarrow CH_3-O-CH_3 + NaI$ সোডিয়াম মিথোক্সাইড ডাইমিথাইল ইথার	২। সোডিয়াম ফিনেট ও মিথাইল আয়োডাইডের বিক্রিয়ায় মিথোক্সি বেনজিন বা অ্যানিসল উৎপন্ন হয়।  + $CH_3I \rightarrow$  + NaI সোডিয়াম ফিনেট অ্যানিসল (ইথার)
৩। অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডসহ (এস্টার গঠন) :	৩। ইথানল ও অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড বিক্রিয়া করে ইথাইল ইথানোয়েট (এস্টার) ও HCl উৎপন্ন করে। $CH_3COCl + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + HCl$ অ্যাসিটাইল ইথানল ইথাইল HCl ক্লোরাইড ইথানোয়েট	৩। সোডিয়াম ফিনেট ও অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ফিনাইল ইথানোয়েট (এস্টার) উৎপন্ন করে।  + $CH_3COCl \rightarrow$  + $NaCl$ সোডিয়াম ফিনেট অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড ফিনাইল ইথানোয়েট
বৈসাদৃশ্য ধর্ম ১। প্রকৃতি :	১। অ্যালকোহল রসম প্রকৃতির; পিটমাস নিরপেক্ষ। তবে Na ধাতুর সাথে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যালকোক্সাইড ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন, $2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$ ইথানল সোডিয়াম ইথোক্সাইড	১। ফেনল অম্লধর্মী; নীল পিটমাসকে লাল করে। কারের সাথে ফেনল বিক্রিয়া করে ফিনেট লবণ ও গ্যাস উৎপন্ন করে।  + $NaOH \rightarrow$  + H_2O ফেনল সোডিয়াম ফিনেট
২। গাঢ় H_2SO_4 সহ বিক্রিয়া :	২। অ্যালকোহল গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা উচ্চ তাপমাত্রায় নিরুদিত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন করে। যেমন, $C_2H_5OH \xrightarrow[160^\circ C]{\text{গাঢ় } H_2SO_4} C_2H_4 + H_2O$ ইথানল ইথিন	২। ফেনল গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে সালফোনেশন (প্রতিস্থাপন) বিক্রিয়া দ্বারা ফেনল সালফোনিক এসিড উৎপন্ন করে।  + $H_2SO_4 \xrightarrow{20^\circ C} \text{SO}_3H$  + H_2O
৩। ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণসহ বিক্রিয়া : [অ্যালকোহল ও ফেনলের পার্থক্যকরণ :]	৩। ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণের সাথে অ্যালকোহল কোন বিক্রিয়া করে না। লাল বর্ণের ব্রোমিন দ্রবণ অপরিবর্তিত থাকে।	৩। ফেনল ব্রোমিন দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় ২, ৪, ৬-ট্রাইব্রোমো ফেনলের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।  + $3Br_2(aq) \rightarrow$  + $3HBr$
৪। লুকাস বিকারক ($ZnCl_2$ + গাঢ় HCl) সহ বিক্রিয়া : [অ্যালকোহল ও ফেনলের পার্থক্যকরণ]	৪। অ্যালকোহল সাদা বর্ণের অ্যালকোহল ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ দেয় উত্তপ্ত অবস্থায়। $C_2H_5OH + HCl \xrightarrow[\Delta]{ZnCl_2} C_2H_5Cl + H_2O$	৪। ফেনল লুকাস বিকারকের সাথে কোন বিক্রিয়া করে না।

ইথারসমূহ (ETHERS)

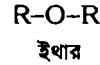
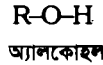
৭.২৬ ভূমিকা (Introduction)

ইথার : দুটি অ্যালকাইল মূলক বা হাইড্রোকার্বন মূলক দ্বিযোজী অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে একক বন্ধনে যুক্ত হয়ে যে সব যৌগ সৃষ্টি করে শ্রেণীগতভাবে এদের ইথার বলে। যেমন, ডাইমিথাইল ইথার $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ।

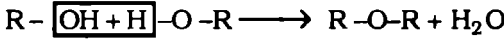
ইথারের কার্যকরী মূলককে 'ইথারীয় মূলক' বলে এবং ইথারের অক্সিজেন পরমাণুটিকে 'ইথারীয় অক্সিজেন' বলে। ইথারের কার্যকরী মূলকের গাঠনিক রূপ হল নিম্নরূপ :



গাঠনিক সংকেতের দিক থেকে পানি অণু, অ্যালকোহল অণু ও ইথার অণুর মধ্যে একটা সাদৃশ্য রয়েছে। পানি অণু (H_2O) তে অক্সিজেন পরমাণু দুটি H পরমাণুর সাথে যুক্ত আছে। অ্যালকোহল অণুতে অক্সিজেন পরমাণু একটি H পরমাণু ও একটি অ্যালকাইল মূলকের সাথে যুক্ত আছে। কিন্তু ইথার অণুতে অক্সিজেন পরমাণু দুটি অ্যালকাইল মূলকের সাথে যুক্ত থাকে। যেমন,



উৎপত্তিগতভাবে দুই অণু অ্যালকোহল থেকে এক অণু পানি অপসারণের ফলে ইথার উৎপন্ন হয়। যেমন,

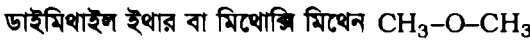


৭.২৭ ইথারের শ্রেণীবিভাগ (Classification of ethers)

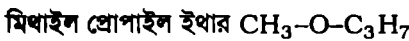
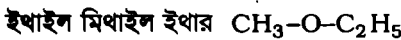
ইথারসমূহকে প্রধানত অ্যালিফেটিক ইথার ও অ্যারোমেটিক ইথার-এ দু'শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। আবার অ্যালিফেটিক ইথারসমূহকে মুক্ত শিকল ইথার ও সাইক্লিক বা চাক্রিক ইথার-এ দু'শ্রেণীতে ভাগ করা যায়।

মুক্ত শিকল ইথারের অণুস্থিত অ্যালকাইল মূলকের ওপর ভিত্তি করে তাদেরকে সরল ইথার ও মিশ্র ইথার-এ দু'শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। নিচে বিভিন্ন শ্রেণীর ইথারের পরিচয় দেয়া হল। যেমন,

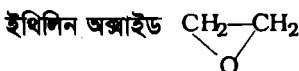
(১) সরল ইথার (simple ether) : যে ইথারে অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে দুটি একই অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে, একে সরল ইথার বলে। এদের সাধারণ সংকেত হল R-O-R । যেমন,



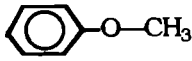
(২) মিশ্র ইথার (mixed ether) : যে ইথার অণুতে অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে দুটি ভিন্ন অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে, একে মিশ্র ইথার বলে। এদের সাধারণ সংকেত হল R-O-R' । যেমন,



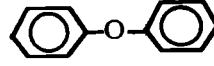
(৩) সাইক্লিক বা চাক্রিক ইথার (cyclic ether) : চাক্রিক বা সাইক্লিক ইথারকে ইপোক্সি যৌগ (epoxy compound) বলা হয়। যেমন,



(৪) অ্যারোমেটিক ইথার (aromatic ether) : অ্যারোমেটিক ইথারগুলোর সাধারণ সংকেত হল Ar-O-R এখানে Ar = অ্যারাইল মূলক, R = অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক। নিম্নে অ্যারোমেটিক ইথারের উদাহরণ দেয়া হল। যেমন,



মিথোক্সি বেনজিন (অ্যানিসল)
বা, মিথাইল ফিনাইল ইথার



ফেনক্সি বেনজিন
বা, ডাইফিনাইল ইথার

ইথারসমূহ

অ্যালিফেটিক ইথার

অ্যারোমেটিক ইথার

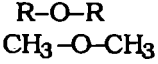
মুক্ত শিকল ইথার

চাক্তিক ইথার

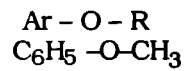
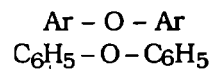
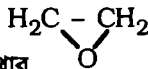
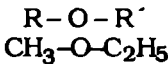
অ্যারোমেটিক সরল
ইথার

অ্যারোমেটিক মিশ্র
ইথার

সরল ইথার



মিশ্র ইথার



চিত্র ৭.১১ : ইথারসমূহের শ্রেণীবিভাগ

৭.২৮ ইথারের নামকরণ Nomenclature of ethers

১। সাধারণ বা ট্রিভিয়াল পদ্ধতি : ইথার অণুর অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে মুক্ত অ্যালকাইল মূলকদ্বয়ের নামের অক্ষর ইংরেজি বর্ণমালার ক্রমানুসারে ধরে অ্যালকাইল মূলকদ্বয়ের নাম লিখে শেষে 'ইথার' শব্দ যোগ করে ইথারের নামকরণ করা হয়। সরল ইথারের বেলায় একই 'অ্যালকাইল মূলক'-এর পূর্বে 'ডাই'-উপসর্গ লেখা হয়। যেমন,

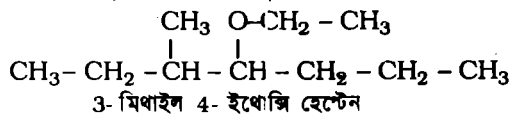
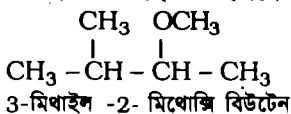
ডাইমিথাইল ইথার CH₃-O-CH₃ এবং ডাইইথাইল ইথার C₂H₅-O-C₂H₅।

২। জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতি : জেনেভা পদ্ধতিতে ইথারকে অ্যালকেনের অ্যালকোক্সি (alkoxy-) উদ্ভূতকরূপে গণ্য করা হয়। দুটি অ্যালকাইল মূলকের মধ্য থেকে ক্ষুদ্রতর অ্যালকাইল মূলকটি ও ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণুসহ সৃষ্ট 'অ্যালকোক্সি-মূলক' দ্বারা প্রতিস্থাপিত বৃহত্তর অ্যালকাইল মূলকের 'অ্যালকেন'রূপে যৌগটির নামকরণ হয়। যেমন,

সারণি ৭.৪ : ট্রিভিয়াল পদ্ধতি ও জেনেভা পদ্ধতিতে ইথারের নামকরণ

ইথারের সংকেত	ট্রিভিয়াল পদ্ধতিতে নাম	জেনেভা পদ্ধতিতে নাম
১। CH ₃ -O-CH ₃	ডাইমিথাইল ইথার	মিথোক্সি মিথেন।
২। CH ₃ -O-C ₂ H ₅	ইথাইল মিথাইল ইথার	মিথোক্সি ইথেন।
৩। C ₂ H ₅ -O-C ₂ H ₅	ডাইইথাইল ইথার	ইথোক্সি ইথেন।
৪। CH ₃ -O-C ₃ H ₇	মিথাইল প্রোপাইল ইথার	মিথোক্সি প্রোপেন

আরো কয়েকটি উদাহরণ ও জেনেভা পদ্ধতিতে এদের নামকরণ :

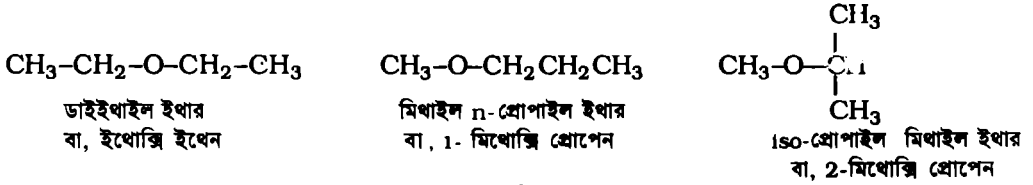


৭.২৯ ইথারের সমাগুতা (Isomerism of ethers)

কার্যকরী মূলক সমাগুতা ও মেটামারিজম নামে দু'প্রকার সমাগুতা ইথারগুলোর মধ্যে দেখা যায়। যেমন,

(১) কার্যকরী মূলক সমাগুতা : একই সংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে কার্যকরী মূলক ভিন্নতার কারণে এরূপ সমাগুতা প্রদর্শিত হয়। যেমন, একই আণবিক সংকেতের দুটি ভিন্ন যৌগ ডাইমিথাইল ইথার (CH₃-O-CH₃) ও ইথানল (CH₃-CH₂-O-H) এর মধ্যে ভৌত ও রাসায়নিক উভয় শ্রেণীর ধর্মে বিশেষ পার্থক্য রয়েছে। ইথারের কার্যকরী মূলক হল-C-O-C- এবং অ্যালকোহলের কার্যকরী মূলক হল-OH; এরূপ সমাগুতাকে কার্যকরী মূলক সমাগুতা বলে।

(২) মেটামারিজম : সরল ইথার ও এর সমাগু মিশ্র ইথারের মধ্যে সৃষ্ট সমাগুতাকে মেটামারিজম বলে। যেমন, C₄H₁₀O আণবিক সংকেতের নিম্নোক্ত তিনটি ইথার সমাগু রয়েছে। এদের মধ্যে একটি সরল ইথার ও অপর দুটি মিশ্র ইথার।



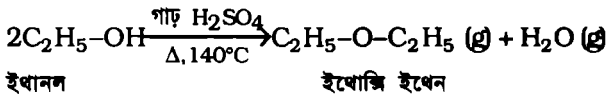
৭.৩০ ইথারের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী

General methods of preparation of ethers

অ্যালকোহল, অ্যালকাইল হ্যালাইড, গ্রিগনার্ড বিকারক প্রভৃতি থেকে নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে ইথার সংশ্লেষণ করা যায়।

১। পরীক্ষাগারে ইথোক্সি ইথেন বা ডাই-ইথাইল ইথার প্রস্তুতি :

মূলনীতি : অ্যালকোহলকে নিরুদ্ধক পদার্থ যেমন, গাঢ় H₂SO₄ বা ফসফরিক (V) এসিড (H₃PO₄) এর উপস্থিতিতে 140°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে দুই অণু অ্যালকোহল থেকে এক অণু পানি অপসারণের ফলে ইথার উৎপন্ন হয়। যেমন, গাঢ় H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে দ্বিগুণ পরিমাণ ইথানলকে 140°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে ইথোক্সি ইথেন উৎপন্ন হয়।

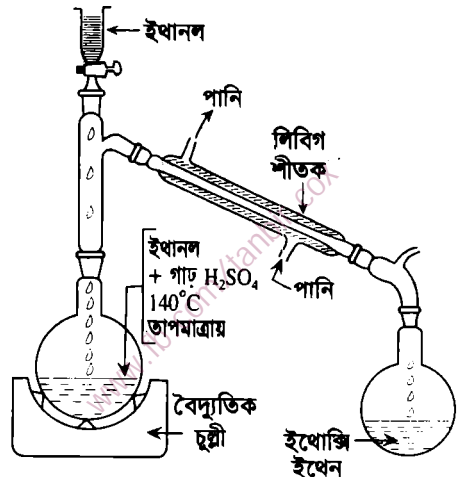


পদ্ধতির বর্ণনা : একটি পাতন ফ্লাস্কে ইথানল ২ আয়তন ও ১ আয়তন গাঢ় H₂SO₄ নিয়ে এর মুখে বিন্দুপাতি ফানেল ও লিবিগ শীতক যুক্ত করা হয়। শীতকের প্রান্তকে গ্রাহক ফ্লাস্কের সাথে যুক্ত করা হয়। এখন পাতন ফ্লাস্কের অ্যালকোহল মিশ্রণটিকে বৈদ্যুতিক চুল্লিতে 140°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। বিন্দুপাতি ফানেলে অধিক ইথানল জমা রাখা হয়।

ইথোক্সি ইথেনের স্ফুটনাঙ্ক হল 35°C। তাই উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে বাষ্পীভূত হয়ে পড়ে। ইথোক্সি ইথেনের বাষ্প লিবিগ শীতকে ঘনীভূত হয়ে তরলরূপে গ্রাহক ফ্লাস্কে জমা হয়।

উৎপন্ন ইথার যে হারে পাতিত হয়; একই হারে ফানেল থেকে ইথানল ফ্লাস্কে যোগ করা হয়।

বিশোধন : পাতিত ইথারে স্বল্প পরিমাণে ইথানল, পানি ও SO₂ দ্রবণ বা সালফিউরাস এসিড, H₂SO₃ [যা গাঢ় H₂SO₄ এসিড বিয়োজনে উৎপন্ন] ভেজাল থাকে। তাই প্রথমে সে ইথারকে

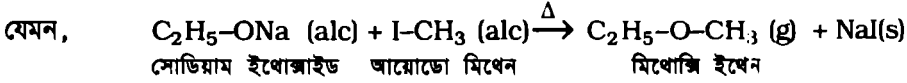
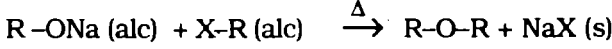


চিত্র ৭.১২ : পরীক্ষাগারে ইথার প্রস্তুতি।

লঘু NaOH দ্বারা পৃথকীকরণ ফানেলে ঝাঁকালে SO₂ মুক্ত হয়। পরে ইথারের স্তরকে পৃথক করে 5% NaCl দ্রবণসহ ঝাঁকালে ইথানল মুক্ত হয়। শেষে উক্ত ইথারকে অনার্দ্র CaCl₂ দ্বারা শুষ্ক করে 34° — 35°C তাপমাত্রায় পাতন করে বিশুদ্ধ ইথার সংগ্রহ করা হয়।

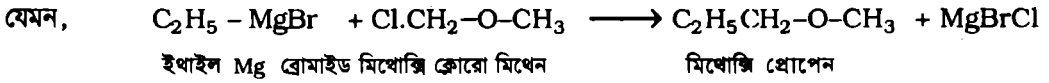
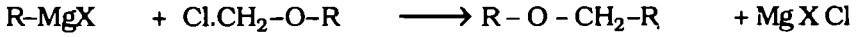
সতর্কতা : (১) গাঢ় H₂SO₄ এর তুলনায় ইথানল দ্বিগুণ আয়তনের নিতে হয়। (২) উৎপন্ন ইথার যে হারে পানিত হয়, একই হারে বিন্দুপাতি ফানেল থেকে নতুন করে ইথানল যোগ করতে হয়। নতুবা ইথিন গ্যাস উৎপন্ন হতে পারে।

২। উইলিয়ামসন ইথার সংশ্লেষণ : অ্যালকোহলে দ্রবীভূত সোডিয়াম বা পটাসিয়াম অ্যালকোআইডের (বা ফিনক্সাইডের) সঙ্গে অ্যালকাইল হ্যালাইডকে উত্তপ্ত করলে ইথার উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ায় সরল ও মিশ্র উভয় প্রকার ইথার উৎপন্ন করা যায়। ইথার প্রস্তুতির এ বিক্রিয়াকে উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ বলা হয়।



এখানে ব্যবহৃত সোডিয়াম অ্যালকোআইডকে অ্যালকোহল ও Na ধাতুর বিক্রিয়ায় প্রস্তুত করা যায়।

৩। গ্রিগনার্ড বিকারক ও হ্যালোজেনেটেড ইথার থেকে : এ পদ্ধতিতে সফলতার সঙ্গে উচ্চতর ইথার সংশ্লেষণ করা সম্ভব। সাধারণত ক্লোরো ইথারের সঙ্গে গ্রিগনার্ড বিকারকের বিক্রিয়া দ্বারা উচ্চতর ইথার প্রস্তুত করা হয়।

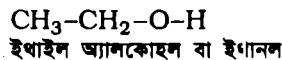
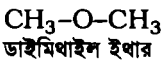


৭.৩.১ ইথারের ভৌত ধর্ম (Physical properties of ethers)

১। ভৌত অবস্থা, বর্ণ, গন্ধ : ইথার শ্রেণীর নিম্নতর দুই সদস্য সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাসীয় এবং উচ্চতর সদস্য বর্ণহীন তরল পদার্থ। কারণ ইথার অণুতে কার্বন-অক্সিজেন পোলার বন্ধন ($\overset{\delta+}{C}-\overset{\delta-}{O}$) আছে।

২। দ্রবণীয়তা : ইথার পানিতে স্নান দ্রবণীয়, পানি অণুর H পরমাণুর সঙ্গে ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণুর হাইড্রোজেন বন্ধন ঘটে বলে আংশিক দ্রবণীয় হয়। তবে হাইড্রোকার্বন শিকল বৃদ্ধির সাথে দ্রাব্যতা কমে যায়। সমযোজী যৌগের উত্তম দ্রাবক হল ইথার।

৩। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : অ্যালকোহলের সমাণুক ইথারগুলো অ্যালকোহল থেকে কম স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট হয়ে থাকে। কারণ ইথার অণুগুলোর মধ্যে অ্যালকোহল অণুর মত হাইড্রোজেন বন্ধন সহজে হতে পারে না। ডাইমিথাইল ইথার ও ইথানল উভয়ের আণবিক সংকেত হল C₂H₆O অর্থাৎ উভয় যৌগ সমাণু। কিন্তু হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনে সক্ষম ইথানল এর স্ফুটনাঙ্ক হল 78.3°C। কিন্তু ডাইমিথাইল ইথারের মধ্যে H বন্ধন গঠন সম্ভব না হওয়ায় ইথারের অণুগুলোর মধ্যে কেবল দুর্বল ড্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল থাকে। তাই ডাইমিথাইল ইথারের স্ফুটনাঙ্ক হল -24°C। অর্থাৎ ডাইমিথাইল ইথার হল গ্যাসীয়। সাধারণ তাপমাত্রায় ইথানল হল তরল।

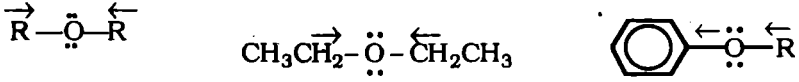


৪। আঃ গুরুত্ব : সব ইথার পানি অপেক্ষা হালকা। ইথাইল মিথাইল ইথারের আঃ গুরুত্ব 0.714 হতে উচ্চতর সদস্য ইথারের আঃ গুরুত্ব এদের আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে ক্রম বৃদ্ধি পায়, কিন্তু পানি অপেক্ষা হালকা হয়।

৫। চেতনানাশক ধর্ম : ইথারের নিম্নতর সদস্য স্নায়ুতন্ত্রের ওপর ক্রিয়া করে চেতনা নাশ করে।

৭.৩২ ইথারের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of ethers)

সক্রিয়তা : অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথারের মধ্যে রাসায়নিক সক্রিয়তায় বেশ পার্থক্য দেখা যায়। অ্যালকোহল অণুতে অক্সিজেন পরমাণু, কার্বন ও হাইড্রোজেন (C-O-H) উভয় পরমাণু থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব নিজের দিকে টেনে নেয়। ফলে উভয় পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ ($\overset{\delta+}{C}-\overset{\delta-}{O}-\overset{\delta+}{H}$) সৃষ্টি হয়। এজন্য অ্যালকোহল অণুতে উভয় সমযোজী বন্ধনের ভাঙন সহজেই ঘটতে পারে। তাই অ্যালকোহলসমূহ সহজেই প্রতিস্থাপন, জারণ ও নিরুদন প্রভৃতি বিক্রিয়া দিয়ে থাকে। অপরদিকে ফেনল অণুর বেনজিন চক্রে অনুরণনের কারণে অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন কিছুটা আকৃষ্ট হয় বলে ফেনলের C-O বন্ধন বেশ দৃঢ় হয়; কিন্তু ফেনলের O-H বন্ধনে বেশ পোলারিটি সৃষ্টি হয়। এজন্য ফেনলও বেশ সক্রিয়। কিন্তু অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় শ্রেণীর ইথার অণুতে দুটি অ্যালকাইল বা ফিনাইল মূলক অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয়ে নিম্নরূপ গাঠনিক সংকেত সৃষ্টি করে। ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণুটি নিষ্ক্রিয়। এর দু'জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন থাকে।



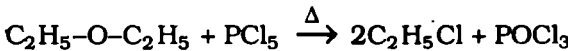
আমরা জানি, অ্যালকাইল মূলক ইলেকট্রন বিকর্ষী বা ধনাত্মক আবেশধর্মী। তাই এদের প্রভাবে অ্যালিফেটিক ইথার অণুর C-O-C বন্ধনদ্বয়ের অক্ষ বরাবর ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে ইথারীয় বন্ধন সুদৃঢ় হয়। আবার অ্যারোমেটিক ইথারের অণুতে বেনজিন চক্রে অনুরণনের কারণে ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণুটি বেনজিন চক্রের কার্বন পরমাণুর সাথে বেশ দৃঢ়ভাবে যুক্ত থাকে। সুতরাং সুস্পষ্ট হল যে, ইথারীয় বন্ধন (C-O-C) বেশ সুদৃঢ় এবং অ্যালকোহল ও ফেনলের কার্যকরী মূলকের বন্ধন ভাঙনের মত ইথারীয় বন্ধন ভাঙন সহজ নয়। এ জন্য অ্যালকোহল ও ফেনল রাসায়নিকভাবে সক্রিয় হলেও ইথারের রাসায়নিক সক্রিয়তা খুবই কম। তাই ইথারসমূহ সর্বাপেক্ষা কম সক্রিয় জৈব যৌগের অন্যতম। তবে অধিকতর তীব্র অবস্থায় অ্যালকোহলের মত কিছু বিক্রিয়া দেয়। যেমন,

- ১। হাইড্রোক্যার্বন মূলকদ্বয় একত্রে অ্যালকোহল অণুর মত প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়; যেমন, হ্যালোজেনেশন।
- ২। কার্বন অক্সিজেন বন্ধনের ভাঙন ঘটে। যেমন, গাঢ় এসিড, PCl_5 ইত্যাদির সঙ্গে বিক্রিয়া। কিন্তু অধিকাংশ জারক ও বিজারকের সঙ্গে ইথারসমূহ কোন বিক্রিয়া করে না। ইথারের রাসায়নিক বিক্রিয়াকে নিম্নরূপে চার শ্রেণীতে আলোচনা করা হল :

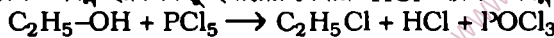
৭.৩২(১) কার্বন অক্সিজেন বন্ধন (C-O-C) বিভাজন :

তাপমাত্রা, বিকারকের গাঢ়ত্ব ও পরিমাণের ওপর নির্ভর করে ইথারীয় বন্ধনের বিভাজন ঘটে। ফলে ভিন্ন ভিন্ন যৌগ উৎপন্ন হয়। সাধারণত (১) হাইড্রোজেন হ্যালাইড HX (২) PCl_5 , (৩) R-COCl (৪) লঘু H_2SO_4 ও গাঢ় H_2SO_4 ইত্যাদির সঙ্গে ইথারের বিক্রিয়া ঘটে।

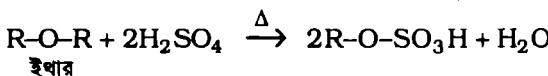
(১) PCl_5 সহ বিক্রিয়া : শীতল অবস্থায়, ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড (PCl_5) ইথারের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। উত্তপ্ত অবস্থায় PCl_5 ইথারের উভয় কার্বন-অক্সিজেন বন্ধন (C-O-C) বিভাজনে অ্যালকাইল ক্লোরাইড ও ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড অজাইড উৎপন্ন করে। যেমন,



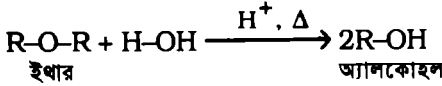
এ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে পার্থক্য করা যায়। কারণ অ্যালকোহল ও PCl_5 এর বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত উৎপাদনরূপে HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। কিন্তু ইথারের বেলায় HCl গ্যাস উৎপন্ন হয় না।



(২) উষ্ণ ও গাঢ় H_2SO_4 সহ বিক্রিয়া : ইথারের সঙ্গে উষ্ণ ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় উভয় ইথারীয় বন্ধন ভেঙে গিয়ে অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেট ও পানি উৎপন্ন হয়।

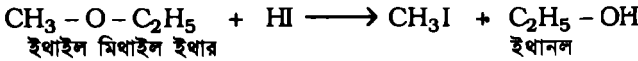


কিন্তু উচ্চ লঘু H_2SO_4 এর প্রভাবে ও অধিক চাপমাত্রায় ইথার পানি দ্বারা বিশ্লেষিত হয়ে অ্যালকোহলে পরিণত হয়।

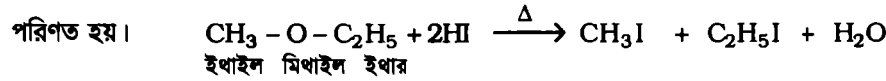


(৩) হাইড্রোজেন হ্যালাইডসহ বিক্রিয়া

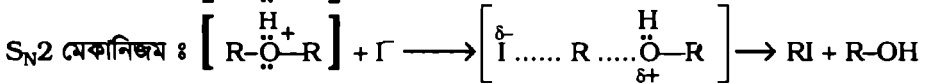
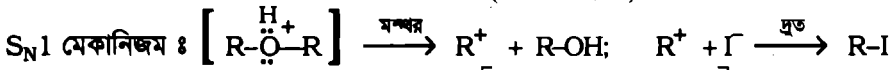
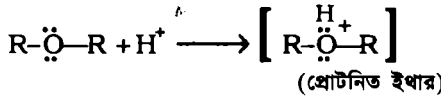
(ক) শীতল হাইড্রায়োডিক এসিড (HI) ইথারকে ভেঙে অ্যালকোহল ও অ্যালকাইল আয়োডাইড উৎপন্ন করে। মিশ্র ইথারের বেলায় ক্ষুদ্রতর অ্যালকাইল মূলকের সঙ্গে হ্যালাজেন পরমাণুটি যুক্ত হয়ে থাকে।



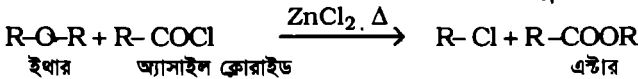
(খ) অতিরিক্ত পরিমাণ HI এর সঙ্গে ইথারকে উত্তপ্ত করলে উভয় অ্যালকাইল মূলক অ্যালকাইল আয়োডাইডে



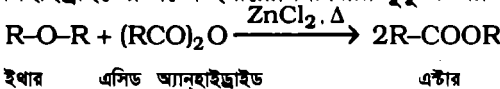
বিক্রিয়ার মেকানিজম : ইথার ও HI বা HBr এবং বিক্রিয়ায় প্রথমে প্রোটনিত ইথার গঠন করে। এরপর প্রোটনিত ইথারের অ্যালকাইল মূলকের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে S_N1 অথবা S_N2 মেকানিজম অনুসৃত হয়। 1° অ্যালকাইল মূলক যুক্ত ইথারের বেলায় S_N2 এবং 2° ও 3° অ্যালকাইল মূলক যুক্ত ইথারের বেলায় S_N1 মেকানিজম অনুসৃত হয়।



(৪) অ্যাসাইল ক্লোরাইডসহ বিক্রিয়া : বিগলিত শুষ্ক $ZnCl_2$ বা $AlCl_3$ প্রভাবকের উপস্থিতিতে ইথার ও অ্যাসাইল ক্লোরাইড এর বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকাইল ক্লোরাইড ও এস্টার উৎপন্ন হয়।

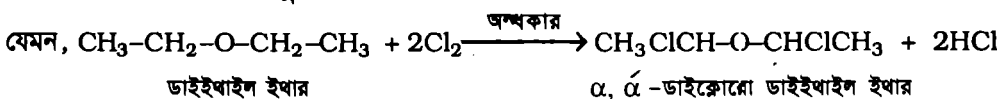


কিন্তু এসিড অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে ইথারের বিক্রিয়ায় শুধু এস্টার উৎপন্ন হয়।



৭.৩২.(২) ইথারের অ্যালকাইল মূলকে প্রতিস্থাপন :

৫। ক্লোরিনসহ বিক্রিয়া : অ্যালকেনের মত ইথারের অ্যালকাইল মূলক Cl_2 , Br_2 এর সঙ্গে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দিয়ে থাকে। আলো ও বিকারকের পরিমাপের ওপর এ বিক্রিয়াটি নির্ভরশীল। অম্বন্ধকারে অ্যালকাইল মূলকের α কার্বনের H পরমাণুর প্রতিস্থাপন ঘটে। যেমন, অম্বন্ধকারে ডাইইথাইল ইথারের সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় α , α' ডাইক্লোরো ডাইইথাইল ইথার উৎপন্ন হয়।



বিকারকসমূহ	ইথার R-O-R	অ্যালকোহল R-O-H
৩। PCl_5 সহ বিক্রিয়া	৩। ইথার ও PCl_5 এর বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল ক্লোরাইড ও $POCl_3$ উৎপন্ন হয়। HCl উৎপন্ন হয় না। যেমন, $C_2H_5OC_2H_5 + PCl_5 \rightarrow 2C_2H_5Cl + POCl_3$	৩। অ্যালকোহল ও PCl_5 এর বিক্রিয়ায় নির্গত HCl গ্যাস NH_4OH সিক্ত কাচ দড়ের সংস্পর্শে সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি করে। এর সাথে অ্যালকোহল ক্লোরাইড ও $POCl_3$ উৎপন্ন হয়। $C_2H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl(g)$ $HCl(g) + NH_3(g) \rightarrow NH_4Cl$ (সাদা ধোঁয়া)
৪। জারক পদার্থ (অম্লীয় $K_2Cr_2O_7$) সহ বিক্রিয়া	৪। ইথার জারক পদার্থ দ্বারা সহজে জারিত হয় না।	৪। অ্যালকোহল জারক পদার্থ দ্বারা জারিত হয়ে প্রথমে অ্যালডিহাইড ও পরে কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে। $C_2H_5OH \xrightarrow{[O]} CH_3CHO \xrightarrow{[O]} CH_3COOH$
ভৌত ধর্মে পার্থক্য : ১। গন্ধ : ২। উদ্বায়িতা : ৩। দ্রাব্যতা :	১। সামান্য ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত। ২। ইথোক্সি ইথেন ইথানলের চেয়ে অধিক উদ্বায়ী তরল; স্ফুটনাঙ্ক $35^\circ C$ । ৩। ইথোক্সি ইথেন পানিতে প্রায়ই অদ্রবণীয়।	১। সুমিষ্ট অ্যালকোহলীয় গন্ধ। ২। ইথানল কম উদ্বায়ী; এর স্ফুটনাঙ্ক $78.3^\circ C$ । ৩। ইথানল পানিতে সম্পূর্ণ দ্রবণীয়।

৭.৩৪ ইথারের ব্যবহার (Uses of ethers)

(১) দ্রাবকরূপে : রেজিন, চর্বি, সেলুলোজ, এস্টার, অ্যালকোলয়েড ইত্যাদির দ্রাবকরূপে ইথার ব্যবহৃত হয়। ইথার হল সমযোজী যৌগের একটি উত্তম দ্রাবক। তাই জলীয় দ্রবণ থেকে বিভিন্ন জৈব পদার্থ নিষ্কাশনে ইথার ব্যবহৃত হয়।

(২) বিক্রিয়ার মাধ্যমরূপে : অনেক রাসায়নিক বিক্রিয়ায় (উর্টজ বিক্রিয়া, গ্রিগনার্ড বিক্রিয়া প্রভৃতিতে) দ্রাবক রূপে ইথারকে ব্যবহার করা হয়।

(৩) হিমায়ক হিসেবে : হিমায়ক হিসেবেও ইথার ব্যবহৃত হয়।

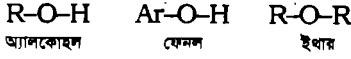
(৪) চেতনানাশকরূপে : ক্লোরোফর্মের সাথে মিশ্রিত করে ইথারের ব্যবহার আছে।

(৫) বিকল্প জ্বালানিরূপে : ইথার ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ পেট্রলের বিকল্প জ্বালানি হিসেবেও ব্যবহৃত হয়।

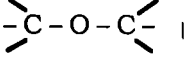
(ক) ডাইইথাইল ইথারের ব্যবহার : বহুল ব্যবহৃত ডাইইথাইল ইথার (১) জৈব দ্রাবকরূপে, (২) ক্লোরোফর্মের সঙ্গে চেতনানাশকরূপে, (৩) অ্যালকোহলের সঙ্গে ইথার মিশ্রণে বাণিজ্যিক ন্যাটালিট (Natalite) নামে পেট্রলের বিকল্প হিসেবে এবং (৪) শূষ্ক বরফের সঙ্গে ইথারের দ্রুত বাষ্পীকরণকালে কার্যকর শীতলীকরণ ঘটে বলে রেফ্রিজারেটরে ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়ায় শূন্য ডিগ্রি সেলসিয়াসের নিম্নে প্রায় $-77^\circ C$ নিম্ন তাপমাত্রায় পৌঁছা যায়।

৭ম অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথার এ তিন শ্রেণীর যৌগের গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ :



অ্যালকোহল ও ফেনল উভয় ক্ষেত্রে কার্যকরী মূলক হল -OH মূলক। অ্যালকোহলে -OH মূলক অ্যালকাইল মূলক (-R)-এর সাথে এবং ফেনলে -OH মূলক সরাসরি বেনজিন বলয়ে যুক্ত থাকে। ইথারের কার্যকরী মূলক হল



২। এ সব যৌগে তড়িৎ ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ এবং অক্সিজেন পরমাণুতে দুজোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন আছে। অ্যালকাইল মূলক ধনাত্মক আবেশধর্মিতা এবং ফেনলের বেনজিন বলয় রেজোন্যান্স ধর্ম প্রকাশ করে। এছাড়া -OH মূলক যুক্ত যৌগে হাইড্রোজেন বন্ধন ক্রিয়াশীল থাকে। এ সব কারণে অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথার তিন ভিন্ন শ্রেণীর যৌগ গঠিত হয়েছে।

৩। এ সব যৌগের অণুর অরবিটাল গঠনে কিছু ভিন্নতা রয়েছে। যেমন, অ্যালকোহল অণু R-O-H এর বন্ধন কোণ 105.5° ; ইথার অণুর R-O-R এর বন্ধন কোণ 110°। আবার ফেনলের আণবিক গঠনে বেনজিন বলয়ের ছয়টি কার্বনের অব্যবহৃত ছয়টি পাই (π) ইলেকট্রন অরবিটাল সঞ্চরণশীল অবস্থায় -OH মূলকের অক্সিজেন পরমাণুর একটি p অরবিটাল ইলেকট্রনের সাথে মিশে গিয়ে কিছুটা কার্বন অক্সিজেন দ্বিবন্ধনের চরিত্র সৃষ্টি করেছে। এ সব ভিন্নতার কারণে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে বেশ পার্থক্য সৃষ্টি হয়েছে।

৪। অ্যালকোহল ও ফেনলের স্ফুটনাঙ্ক তাদের অনুরূপ অ্যালকেন ও অ্যারিন থেকে অনেক উচ্চ হয়। কারণ অ্যালকোহল ও ফেনল উভয়ের মধ্যে হাইড্রোজেন-বন্ধন দ্বারা অণুগুলো সংবদ্ধ থাকে।

৫। চারটি কার্বন পরমাণু যুক্ত অ্যালকোহলসমূহ পানিতে দ্রবণীয়। কিন্তু পেন্টানল থেকে অ্যালকোহলের পানিতে দ্রাব্যতা খুবই কম। কিন্তু সব অ্যালকোহল অপোলার দ্রাবকে বেশ দ্রবণীয়।

৬। অক্সিজেন পরমাণু কার্বন ও হাইড্রোজেনের তুলনায় অধিক তড়িৎ-ঋণাত্মক হওয়ায় অ্যালকোহল অণু পোলার হয়; যেমন, $\overset{\delta+}{\text{C}}-\overset{\delta-}{\text{O}}-\overset{\delta+}{\text{H}}$ । ফলে $\overset{\delta+}{\text{C}}$ অংশে নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী মূলক আক্রমণ করে থাকে এবং $\overset{\delta-}{\text{O}}$ অংশে ইলেকট্রোফাইল বা ইলেকট্রন আকর্ষী মূলক আক্রমণ করতে পারে।

৭। ফেনলের বেলায় -OH মূলক ও বেনজিন বলয় উভয়ের জন্য বিক্রিয়া ঘটে থাকে। বেনজিন বলয়ে $-\ddot{\text{O}}\text{H}$ মূলকের ইলেকট্রন ঘনত্ব বলয়ের সঞ্চরণশীল পাই (π) ইলেকট্রনের সাথে কিছুটা মিশ্রিত হয়ে বলয়ের 2, 4 ও 6 নং অবস্থানে ইলেকট্রনের ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফলে বেনজিন অপেক্ষা ফেনলের বলয়ে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া তুলনামূলকভাবে সহজে ঘটে।

৮। ফিনজাইড আয়নের ঋণাত্মক চার্জ সঞ্চরণশীল পাই (π) ইলেকট্রনের সাথে মিলিত হওয়ার কারণে ফিনজাইড আয়ন স্থায়িত্ব লাভ করে। এ কারণে ফেনল অ্যালকোহল অপেক্ষা অধিক অম্লধর্মী হয়। ইথার অণুতে দুটি অ্যালকাইল মূলক বা অ্যারাইল মূলক একটি অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে R-O-R ; তাই ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণু নিষ্ক্রিয় হয় এবং লিটমাস নিরপেক্ষ হয়।

৯। সোডিয়াম ধাতুর সাথে অ্যালকোহল বৃদ্ধবৃদ্ধসহ H₂ গ্যাস উৎপন্ন করে। ফেনল ও ইথার তা করে না। PCl₅ সহ অ্যালকোহল HCl গ্যাস উৎপন্ন করে। ইথার তা পারে না। নিরপেক্ষ FeCl₃ সহ ফেনল বেগুনি বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। লুকাস বিকারকসহ অ্যালকোহল সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। এ সব পরীক্ষা দ্বারা তিন শ্রেণীর যৌগের পার্থক্য করা সম্ভব।

অনুশীলনী-৭ ৪ প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। অ্যালকোহল কাকে বলে? মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ লেখ। [কু. বো. ২০১০]
- ২। (ক) 1° অ্যালকোহলের তিনটি সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী সমীকরণসহ লেখ।
(খ) 2° অ্যালকোহলের দুটি সাধারণ প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।
(গ) 3° অ্যালকোহলের দুটি সাধারণ প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।
- ৩। (ক) মিথানল বা মিথাইল অ্যালকোহলের দুটি শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর।
(খ) ওয়াটার গ্যাস থেকে CH_3OH উৎপাদন বর্ণনা কর। [দি. বো. ২০০৯]
- ৪। (ক) ফারমেন্টেশন কী? খেতসার বা স্টার্চ থেকে ইথানল উৎপাদন বর্ণনা কর। [ঢা. বো. ২০১১;
চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০;
রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯]
(খ) ফারমেন্টেশন কী? চিটাগুড় থেকে ইথানল উৎপাদন বর্ণনা কর। [দি. বো. ২০১১]
- ৫। রেকটিফাইড স্পিরিট ও অ্যাবসোলিউট অ্যালকোহল কী? রেকটিফাইট স্পিরিট থেকে অ্যাবসোলিউট অ্যালকোহল কীভাবে পাওয়া যায়?
- ৬। (ক) লুকাস বিকারক কী? 1°, 2° ও 3° অ্যালকোহলের পার্থক্য নির্ণয়ের একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।
[ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১০;
য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১১]
(খ) প্রোপানল-1, প্রোপানল-2 এবং 2-মিথাইল প্রোপানল-2 এর মধ্যে কিরূপে পার্থক্য করা যায়?
- ৭। (ক) ফেনল কী? বেনজিন থেকে ফেনল সংশ্লেষণের দুটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ।
[চ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৮]
অথবা, কার্বলিক এসিড কী? বেনজিন হতে ডাউ প্রণালীতে ফেনল সংশ্লেষণ বর্ণনা কর। [কু. বো. ২০১০;
সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৯]
(খ) আলকাতরা অথবা মধ্যম তৈল থেকে ফেনল উৎপাদন বর্ণনা কর। [ঢা. বো. ২০১০;
কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০]
- ৮। ইথার কী? পরীক্ষাগারে ইথোজি ইথেন বা ডাইইথাইল ইথারের প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- ৯। (ক) অ্যালকোহল ও ইথারের পার্থক্যসূচক দুটি পরীক্ষা লেখ। [চ. বো. ২০০৮;
রা. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০০৯]
(খ) অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ। [ঢা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০]
(গ) অ্যালকোহল ও ফেনলের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা লেখ। [কু. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৮]

[উত্তর সংকেত : সারণি ৭.৩ এর বৈসাদৃশ্য ধর্ম যেমন, ১।, ৩। ও ৪। দ্রষ্টব্য।]

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

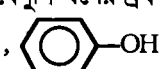
(ক) টীকা লেখ

- ১। রেকটিফাইড স্পিরিট [ব. বো. ২০১০]
 ২। মিথিলেটেড স্পিরিট [ঢা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৭]
 ৩। পাওয়ার অ্যালকোহল [চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০]
 ৪। কোব বিক্রিয়া [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯]
 ৫। রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া। [চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
 ৬। লিবারম্যান পরীক্ষা
 ৭। পিকনিক এসিড প্রস্তুতি [ঢা. বো. ২০০৮]
 ৮। উইলিয়ামসন (ইথার) সংশ্লেষণ [ঢা. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০]

(খ) ব্যাখ্যা কর

- ১। (ক) পানিতে অ্যালকোহলের দ্রাব্যতা ব্যাখ্যা কর।
 (খ) ইথানল পানিতে দ্রবণীয়, কিন্তু ইথেন পানিতে অদ্রবণীয় কেন? [কু. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০১০]
 (গ) ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক ইথেন থেকে অনেক বেশি কেন?
 (ঘ) শীতল পানিতে ফেনল প্রায় অদ্রবণীয়; কিন্তু গরম পানিতে বেশ দ্রবণীয়।
 (ঙ) ফেনল অম্লধর্মী কেন? [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
 (চ) অ্যালকোহল নিরপেক্ষ, ফেনল অম্লধর্মী কেন? [য. বো. ২০১১]
 (ছ) ফেনলের নাইটেশন লঘু HNO_3 দ্বারা সম্ভব, তা ব্যাখ্যা কর।
 (জ) ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক ডাইমিথাইল ইথার অপেক্ষা বেশি কেন? [ব. বো. ২০১০]

(গ) সমস্যা : রাসায়নিক সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর

- ১। একটি জৈব যৌগ “ক” জারিত হয়ে যৌগ “খ” উৎপন্ন করে। “খ” যৌগটি ২ : ৪-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিনের সাথে হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ দেয়; কিন্তু ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না। “ক” ও “খ” উভয় যৌগে চারটি কার্বন পরমাণু থাকলে “ক” যৌগটির নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। তোমার উত্তরের সপক্ষে বিক্রিয়াসহ যুক্তি দাও। উঃ বিউটানল-২; $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$
- ২। চার কার্বনবিশিষ্ট একটি জৈব যৌগ ‘A’ কে প্রবলভাবে জারিত করতে থাকলে ইথানোয়িক এসিড পাওয়া যায়। উক্ত ‘A’ যৌগটি লুকাস বিকারকের সঙ্গে দ্রুত অধঃক্ষেপ দেয়। তাহলে ‘A’ যৌগটির সংকেত বিক্রিয়াসহ লেখ। [উঃ ২-মিথাইল প্রোপানল-২]
- ৩। $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ আণবিক সংকেতের যৌগটি ব্রোমিন দ্রবণসহ বিক্রিয়ায় সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ এবং নিরপেক্ষ FeCl_3 দ্রবণসহ বেগুনি বর্ণের দ্রবণ তৈরি করে। প্রাথমিক যৌগটির নাম ও গাঠনিক সংকেত সমীকরণসহ লেখ। [উঃ ফেনল, ]

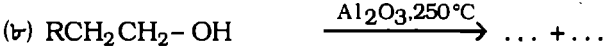
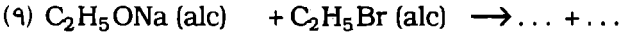
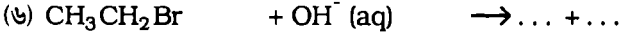
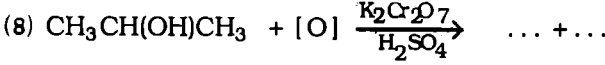
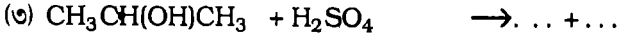
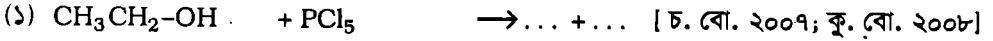
(ঘ) নিম্নোক্ত যৌগের মধ্যে কীভাবে পার্থক্য ও শনাক্তকরণ করা হয়

- ১। মিথানল ও ইথানলের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা [চ. বো. ২০০৭]
- ২। ইথানল ও ফেনল এর পার্থক্যসূচক পরীক্ষা [ঢা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০]
- ৩। প্রোপানল-১ ও ২-মিথাইল প্রোপানল-২ এর পার্থক্যসূচক পরীক্ষা
- ৪। প্রোপানল ও ডাইমিথাইল ইথার এর পার্থক্যসূচক পরীক্ষা
- ৫। ফেনল শনাক্তকরণের একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। [য. বো. ২০০৯;
ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]

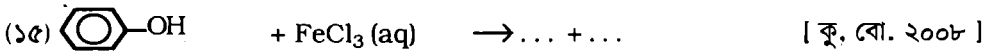
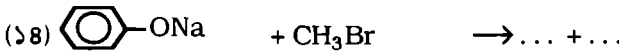
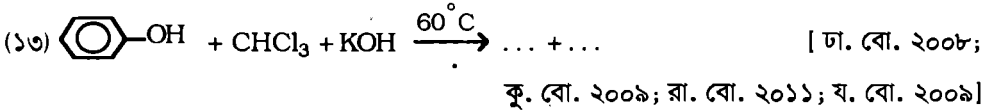
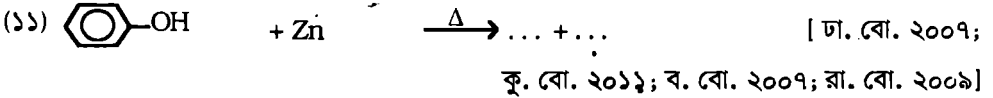
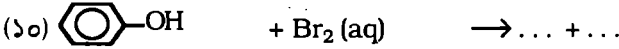
(ঙ) বিভিন্ন যৌগে রূপান্তর

- ১। ইথানল বা ইথাইল অ্যালকোহল থেকে কীভাবে নিম্নোক্ত যৌগ সংশ্লেষণ করা হয়?
 - (১) ইথিন, C_2H_4
 - (২) ইথাইন [সি. বো. ২০০৭]
 - (৩) C_2H_5I
 - (৪) C_2H_5Br
 - (৫) $C_2H_5OC_2H_5$ (ইথার বা ইথোজি ইথেন) [রা. বো. ২০১০]
 - (৬) $CH_3COOC_2H_5$ (এস্টার)
 - (৭) CH_3CHO (অ্যালডিহাইড)
 - (৮) মিথানল
- ২। ফেনল থেকে কীভাবে নিম্নোক্ত যৌগ প্রস্তুত করা হয়?
 - (১) বেনজিন [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১;
দি. বো. ২০১০]
 - (২) ক্লোরোবেনজিন
 - (৩) অ্যানিলিন [য. বো. ২০০৭]
 - (৪) অ্যাস্পিরিন [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১০]
 - (৫) প্যারাসিটামল [কু. বো. ২০০৭]
 - (৬) মিথোজি বেনজিন বা অ্যানিসল [কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৮;
রা. বো. ২০০৯]
 - (৭) পিকরিক এসিড [য. বো. ২০০৭;
কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯]
 - (৮) প্যারা-ফেনল সালাফোনিক এসিড
 - (৯) ২,৪,৬-ট্রাইব্রোমো ফেনল
 - (১০) স্যালিসাইলিক এসিড [ঢা. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮;
দি. বো. ২০১০]
 - (১১) স্যালিসাইলডিহাইড [ঢা. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৭;
য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৭]
 - (১২) প্যারা হাইড্রজি-অ্যাজোবেনজিন

৩। প্রয়োজনীয় শর্ত উল্লেখ করে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াগুলো ডানদিক পূরণ কর :



[ব. বো. ২০০৯]



(চ) পারস্পরিক রূপান্তর

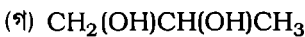
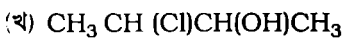
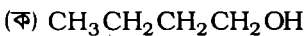
(১) মিথানল থেকে ইথানল [য. বো. ২০০৮]

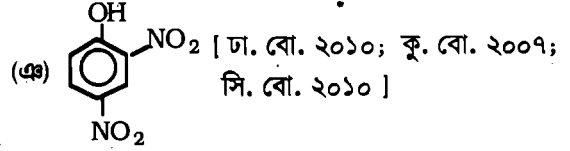
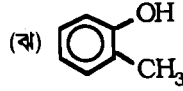
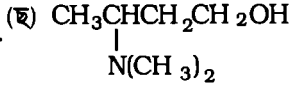
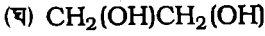
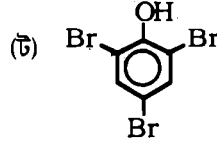
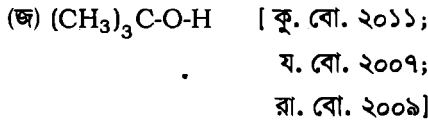
(২) ইথানল থেকে মিথানল [য. বো. ২০০৮]

(৩) ইথিন ও ইথানলের পারস্পরিক রূপান্তর লেখ।

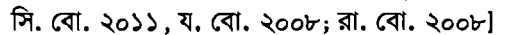
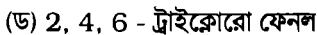
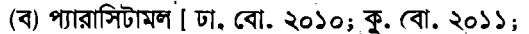
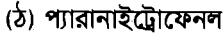
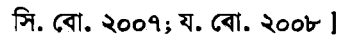
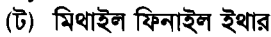
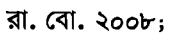
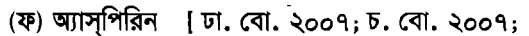
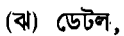
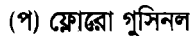
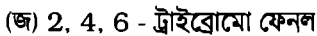
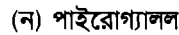
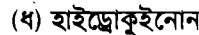
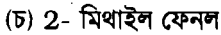
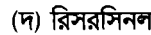
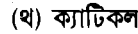
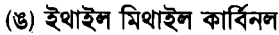
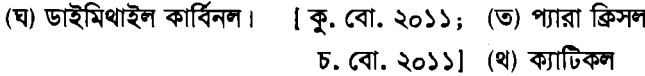
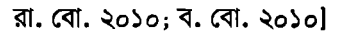
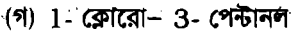
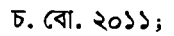
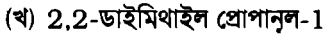
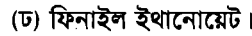
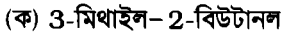
(ছ) যৌগের নামকরণ ও সংকেত লিখন

১। নিম্নোক্ত যৌগের নাম জেনেভা পদ্ধতিতে লেখ :

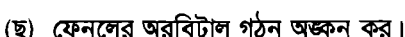
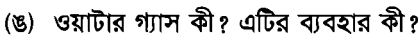
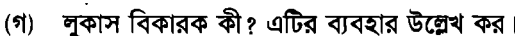
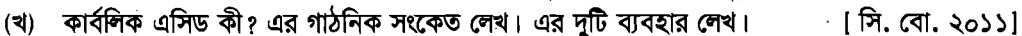


সমাধান : (ছ) 3-(N, N- ডাইমিথাইল
অ্যামিনো) বিউটানল-1

২। নিম্নোক্ত যৌগের গাঠনিক সংকেত লেখ :



৩। (ক) একটি করে 1°, 2° ও 3° অ্যালকোহলের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।



সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্ন

১। অ্যালকোহল যেমন ইথানল ও ফেনল উভয় যৌগে কার্যকরীমূলক হল -OH গ্রুপ। অ্যালকোহলে অ্যালকাইল গ্রুপ ও ফেনলে অ্যারিন গ্রুপে -OH যুক্ত থাকে। ফলে -OH মূলকভিত্তিক ধর্মে পার্থক্য ঘটে। স্টার্চের ফারমেটেশন দ্বারা ইথানল উৎপাদন করা হয়। ইথানল নিরপেক্ষ যৌগ; কিন্তু ফেনল অম্লধর্মী। ফেনলের অন্যতম বিশেষ বিক্রিয়া হল কোব বিক্রিয়া।

- (ক) ফারমেটেশন কী ? ১
- (খ) টীকা লেখ : কোব বিক্রিয়া ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, স্টার্চ থেকে ইথানল উৎপাদনে প্রয়োজনীয় শর্ত ও বিক্রিয়াসহ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ইথানল ও ফেনলের কার্যকরী মূলক একই হলেও উভয়ের মধ্যে ধর্মে পার্থক্য ঘটে, যেমন ইথানল লিটমাস নিরপেক্ষ যৌগ, কিন্তু ফেনল অম্লধর্মী হয়। এর কারণ যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ইথানল ও ফেনলের সাথে অধিক পরিমাণ গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়া লেখ। ৪

২। ইথানল ও ফেনল উভয় শ্রেণীর যৌগে -OH মূলক হল কার্যকরীমূলক। একই কার্যকরীমূলক থাকা সত্ত্বেও উভয় যৌগে রাসায়নিক ধর্মে বিশেষ পার্থক্য দেখা যায়; যেমন ইথানল লিটমাস নিরপেক্ষ, সহজেই জারিত হয়, নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। কিন্তু ফেনল অম্লধর্মী, ইলেকট্রোফিলিক ও নিউক্লিওফিলিক উভয় প্রকার প্রতিস্থাপন দেয়। স্টার্চের ফারমেটেশন দ্বারা ইথানল উৎপাদন করা হয় আর ফেনলের উৎস হল মধ্যম তৈল।

- (ক) লুকাস বিকারক কী ? ১
- (খ) অ্যালকোহল ও ইথারের পার্থক্যসূচক দুটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, স্টার্চ বা শ্বেতসার থেকে ইথানল উৎপাদন সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ফেনল নিউক্লিওফিলিক ও ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়; তার যথার্থতা নিরূপণের জন্য ফেনলের ইথার গঠন ও স্যালিসাইলডিহাইড প্রস্তুতির বিক্রিয়াসহ মেকানিজমসহ লেখ। ৩

৩। জীবাণুনাশকরূপে ফেনলসমূহ ব্যবহৃত হয়, ডেটল তৈরিতেও ফেনল-সদস্য ব্যবহৃত হয়। কোলটারের আংশিক পাতনে প্রাপ্ত মধ্যম তৈল ফেনলের উৎস। অ্যালকোহল সমগোত্রীয় শ্রেণী ও ফেনল উভয়ের কার্যকরীমূলক হল -OH গ্রুপ। মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের তিনটি শ্রেণী ও ফেনলেরও তিনটি করে শ্রেণী আছে।

- (ক) ডেটলের রাসায়নিক নাম কী? এর গাঠনিক সংকেত লেখ। ১
- (খ) ফেনল থেকে - (i) বেনজিন ও (ii) স্যালিসাইলডিহাইড প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, মধ্যম তৈল থেকে ফেনল নিষ্কাশন সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, তিন শ্রেণীর মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের কার্যকরীমূলক লেখ। তিন শ্রেণীর মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের পার্থক্যসূচক একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৪

৪। বাণিজ্যিকভাবে ইথাইল অ্যালকোহল ও ফেনল খুবই গুরুত্বপূর্ণ জৈবিক যৌগ। নিম্নোক্ত্র মিশ্রিতমুদেট স্পিরিটরূপে; বিয়ার হুইস্কি ইত্যাদি পানীয়রূপে ইথাইল অ্যালকোহলের ব্যবহার আছে। ব্যাঙ্কলাইট প্লাস্টিক ও নাইলন প্রস্তুতিতে ফেনলের ব্যবহার আছে। প্যারাসিটামল ও অ্যাসপিরিন প্রভৃতি জ্বর ও ব্যথার ঔষধ ফেনলেরই যৌগ। এ প্রয়োজনীয় ফেনলকে বর্তমানে বেনজিন থেকে সংশ্লেষণ করা হয়।

- (ক) মিথিলেটেড স্পিরিট কী? ১
- (খ) ইথানল ও ফেনলের পার্থক্যসূচক দুটি পরীক্ষা লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, বেনজিন থেকে বহুল ব্যবহৃত ফেনল প্রস্তুতির দুটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকে উল্লেখিত প্যারাসিটামল ও অ্যাসপিরিন ওষুধের গাঠনিক সংকেত লেখ। উদ্দীপকের মিথিলেটেড স্পিরিট কী? এর ব্যবহার লেখ। ইথানল ও ইথেন সমযোজী যৌগ হলেও ইথানল পানিতে দ্রবণীয়; কিন্তু ইথেন পানিতে অদ্রবণীয় কেন ব্যাখ্যা কর। ৪

৫। কার্বকরী মূলকভিত্তিক অ্যালকোহল ও ফেনল উভয় শ্রেণীর যৌগে -OH হল কার্বকরীমূলক। অ্যালকোহলে -OH মূলক অ্যালকাইল মূলক সংযুক্ত এবং ফেনলে তা অ্যারিন মূলক সংযুক্ত। ফলে উভয়ের মধ্যে বৈসাদৃশ্য অধিক। ইথানল উৎপাদিত হয় স্টার্চ বা মোলাসেস থেকে ফারমেন্টেশন প্রক্রিয়ায়। ফেনল উৎপাদিত হয় বেনজিন থেকে। উভয়ের বাণিজ্যিক ব্যবহার আছে।

- (ক) কার্বলিক এসিডের রাসায়নিক নাম কী? এর গাঠনিক সংকেত লেখ। ১
- (খ) টীকা লেখ : উইলিয়ামসন ইথার সংশ্লেষণ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, মোলাসেস কী? মোলাসেস থেকে রেকটিফাইড স্পিরিট উৎপাদন সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ফেনল ও ইথানলের মধ্যে দুটি পার্থক্যসূচক রাসায়নিক বিক্রিয়া লেখ।
ফেনল থেকে বাণিজ্যিকভাবে নাইলন - 6 প্রস্তুত পদ্ধতি ব্যবহারসহ লেখ। ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের

- ১। আর্দ্রতাকারক ক্রিম (Moisturizing cream) তৈরিতে ব্যবহৃত হয় :
- (ক) মিথানল (খ) ইথার (গ) সরবিটাল (ঘ) গ্রাইকল
- ২। কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট অ্যালকোহল হল :
- (ক) 2-মিথাইল-2 বিউটানল (খ) 2-মিথাইল-1-বিউটানল (গ) বিউটানল-2 (ঘ) 3-মিথানল-1
- ৩। চিটাগুড ও স্টার্চ থেকে ইথানল উৎপাদন প্রক্রিয়া হল :
- (ক) আর্দ্র বিশ্লেষণ (খ) জারণ (গ) গাঁজন প্রক্রিয়া (ঘ) বিয়োজন
- ৪। নিম্নোক্ত কোন্ যৌগটির স্ফুটনাঙ্ক সবচেয়ে বেশি?
- (ক) C_2H_6 (খ) C_2H_5OH (গ) CH_3-O-CH_3 (ঘ) CH_3OH
- ৫। 1°, 2°, 3° অ্যালকোহলের পার্থক্যকরণে ব্যবহৃত বিকারক হল :
- (ক) টলেন বিকারক (খ) শিফস বিকারক (গ) লুকাস বিকারক (ঘ) ফেলিং দ্রবণ
- ৬। জ্বর ও ব্যথা নিবারক ওষুধরূপে ব্যবহৃত হয় :
- (ক) ডিস্পিরিন (খ) অ্যাসপিরিন
(গ) স্যালাসাইলিক এসিড (ঘ) স্যালাসাইল অ্যালডিহাইড

৭। অ্যান্টিফ্রিজরূপে ব্যবহৃত হয় :

(ক) 40% গ্লাইকল ও 60% পানির মিশ্রণ
(গ) পাওয়ার অ্যালকোহল

(খ) 95% ইথানল 34.4% পানির মিশ্রণ
(ঘ) রেকটিফাইড স্পিরিট

৮। ডাক্তারি যন্ত্রপাতির জীবাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত হয় :

(ক) 70% ইথানল ও 30% পানির মিশ্রণ (খ) ডেটল (গ) মেনথল (ঘ) রেকটিফাইড স্পিরিট

৯। 1mol গ্লুকোজ এর ফারমেন্টেশন দ্বারা ইথানল প্রস্তুতির নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক হবে ?

(ক) $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$

(খ) $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 4CO_2(g)$

(গ) $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$

(ঘ) $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow C_2H_5OH(aq) + 4CO_2(g)$

১০। 90g গ্লুকোজের ফারমেন্টেশনে কত গ্রাম ইথানল উৎপন্ন হবে- (নিম্ন সমীকরণ মতে)

$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$

(ক) 40 g

(খ) 50 g

(গ) 46 g

(ঘ) 92 g

১১। পেট্রোলিয়াম তাপ বিয়োজনে প্রাপ্ত ইথিলিন ও পানি বাষ্পের বিক্রিয়ায় ইথানল উৎপন্ন করা যায়। যেমন—

$CH_2 = CH_2(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H^+} C_2H_5OH(l)$

এ বিক্রিয়ার জন্য নিচের কোনটি অপ্রয়োজনীয় শর্ত ?

(ক) বিক্রিয়াটি 100°C এ ঘটানো হয়

(খ) ইথিলিনকে 95% H_2SO_4 এর ভেতর চালনা করা হয়

(গ) উৎপন্ন যৌগকে পানি মিশিয়ে পাতন করা হয় (ঘ) বিক্রিয়ায় 5 atm চাপ প্রয়োজন হয়

১২। নিচের সারণিতে অ্যালকোহল সমগোত্রকের স্ফুটনাঙ্ক দেয়া হল -

মিথানল (b.P.): 65°C, ইথানল (b.P): ?, প্রোপানল (b.P): 97°C, বিউটানল (b.P): 117°C

উপরের ডাটা থেকে ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক নিচের কোনটির কাছাকাছি হবে ?

(ক) 70°C

(খ) 74°C

(গ) 79°C

(ঘ) 85°C

১৩। ইথানল থেকে ইথিন প্রস্তুত করা হয় নিম্ন সমীকরণ মতে -

$CH_3CH_2OH \xrightarrow{\Delta} CH_2 = CH_2 + H_2O$

এ বিক্রিয়ার জন্য নিচের কোনটি অপ্রয়োজনীয় শর্ত ?

(ক) নিরুদক রূপে গাঢ় H_2SO_4 প্রয়োজন

(খ) গাঢ় H_2SO_4 : $C_2H_5OH = 2mol : 1 mol$

(গ) তাপমাত্রা 165°C দরকার

(ঘ) বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণের পাতন করা দরকার









১৪। ফেনলের জন্য নিচের কোনটি সঠিক নয় ?

(ক) হাকেল নিয়ম $(4n + 2)$ প্রযোজ্য

(খ) জলীয় দ্রবণ ফেনলফথ্যালিনকে গোলাপী করে

(গ) নাইলন -6 পলি অ্যামাইড তৈরি করা হয়

(ঘ) ফেনল কোব বিক্রিয়া দেয়

- ১৫। ফেনলের বিশেষ শ্রেণীর বিক্রিয়ার মধ্যে কোন্টি প্রযোজ্য নয় -
 (ক) কোব বিক্রিয়া (খ) রাইনার-টাইম্যান বিক্রিয়া (গ) কাপলিং (ঘ) ডি-স্ট্রিটি প্রস্তুতি
- ১৬। ফারমেন্টেশন বিক্রিয়ায় কোন্টি-প্রযোজ্য হবে না -
 (ক) গ্লুকোজের 10% দ্রবণ (খ) তাপমাত্রা 60°C (গ) এনজাইম (ঘ) আর্ধশিক পাতল
- ১৭। পরীক্ষাগারে ইথার প্রস্তুতির বেলায় কোন্টি অপয়োজনীয় -
 (ক) ইথানল (2mol) (খ) গাঢ় H₂SO₄ (1mol) (গ) 140°C (ঘ) Al₂(SO₄)₃
- ১৮। নিচের কোন্ বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয় -
 (ক) CH₃CH₂OH + PCl₅ → CH₃CH₂Cl + POCl₃ + HCl
 (খ) CH₃CH₂-CH₂OH $\xrightarrow[350^\circ\text{C}]{\text{Al}_2\text{O}_3}$ CH₃-CH=CH₂ + H₂O
 (গ) C₂H₅ONa (alc) + C₂H₅Br (alc) ↔ 2C₂H₅OH + NaBr
 (ঘ) CH₃CH(OH)CH₃ + [O] $\xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}^+}$ CH₃COCH₃ + H₂O
- ১৯। নিচের কোন্ বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয় -
 (ক)  + PCl₅ →  + POCl₃ + HCl
 (খ)  + Zn →  + ZnO
 (গ)  + CHCl₃ + KOH $\xrightarrow{60^\circ\text{C}}$  + 3KCl + 2H₂O
 (ঘ)  + FeCl₃ (aq) →  + Fe(OH)₃
- খ-১ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (গ) ২। (খ) ৩। (গ) ৪। (খ) ৫। (গ) ৬। (খ) ৭। (ক) ৮। (ক) ৯। (গ) ১০। (গ) ১১। (ঘ) ১২। (গ) ১৩। (ঘ) ১৪। (খ) ১৫। (ঘ) ১৬। (খ) ১৭। (ঘ) ১৮। (গ) ১৯। (ঘ)
- খ-২ MCQ : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের :
- ১। নিচের কোন যৌগে কাইরাল কেন্দ্র আছে -
 (i) C₂H₅-CH(CH₃)-OH (ii) C₂H₅-CH(Cl)-OH (iii) (CH₃)₂CHOH
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ২। CH₂(OH)-CH₂(OH) যৌগটির ক্ষেত্রে কোন্ তথ্য সঠিক -
 (i) গ্রাইকল (ii) ইথেন-1, 2- ডাইঅল (iii) অ্যাক্সিজেনে ব্যবহৃত হয়
 কোন্টি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)
- ৩। C₂H₆O সংকেতের সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন :
 (i) CH₃-CH₂OH (ii) C₂H₅-O-CH₃ (iii) CH₃-O-CH₃

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (ii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৪। ওয়াটার গ্যাস থেকে মিথানল সংশ্লেষণ করা হয়। ওয়াটার গ্যাস হল –

(i) CO (g) + H₂ (g) (ii) CO (g) + 3H₂ (g) (iii) CH₄ (g) + O₂ (g)

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) কোনটিই নয়

৫। যুক্তরাজ্যে 300°C এ প্রভাবক H₃PO₄ এর উপস্থিতিতে ইথিন ও স্টিম থেকে ইথানল উৎপাদন করা হয় :
CH₂ = CH₂ (g) + H₂O (g) → CH₃CH₂OH (l)

বিক্রিয়াটি হল – (i) হাইড্রেশন (ii) জারণ (iii) পানি সংযোজন

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (iii)

৬। মিথিলেটেড স্পিরিটে ইথানলের সাথে মিশ্রিত থাকে –

(i) 5% মিথানল, 3% (বেনজিন + পিরিডিন) (ii) 10% মিথানল 3% (পিরিডিন+ বেনজিন)
(iii) 3% পিরিডিন ও বেনজিন।

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (iii) (ঘ) (ii)

৭। 'এসটার' বলতে কোনটি অর্থবোধক হবে ?

(i) জৈব এসিড ও অ্যালকোহলের যৌগ (ii) ইথানোয়িক এসিড ও ইথানলের যৌগ
(iii) ফেনল NaOH এর লবণ

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

৮। মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় :

(i) Na ধাতু (ii) PCl₅ (iii) স্যালিসাইলিক এসিড

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

৯। গ্লিসারিন শনাক্তকরণে নিরুদক হিসেবে ব্যবহৃত হয় –

(i) KHSO₄ (ii) P₂O₅ (iii) CaO

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i)

১০। হাইড্রক্সি বেনজিনের নাম হল –

(i) কার্বলিক এসিড (ii) ফেনল (iii) বেনজাইল অ্যালকোহল,

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) (ঘ) (ii) ও (iii)

১১। বেনজিন থেকে ফেনল উৎপাদন করা যায় নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে –

(i) কিউমিন পদ্ধতিতে (ii) ডাউ পদ্ধতিতে (iii) লিবারম্যান বিক্রিয়ায়

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

১২। ফেনলের বিশেষ বিক্রিয়াগুলো হল -

(i) কোব বিক্রিয়া, (ii) রাইমার -টাইম্যান বিক্রিয়া, (iii) উইলিয়ামসন বিক্রিয়া,
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i)

১৩। ফেনল শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় -

(i) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ, (ii) সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ, (iii) লিবারম্যান পরীক্ষা,
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

১৪। ছুর ও ব্যাধা নিবারক ওষুধের মধ্যে ফেনলিক যৌগ হল -

(i) প্যারাসিটামল (ii) অ্যাসপিরিন (iii) ফিনাইল স্যালিসাইলেট
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

১৫। পিকরিক এসিডের বেলায় তথ্য হল -

(i) 2, 4, 6 - ট্রাইনাইট্রোফেনল (ii) অ্যান্টিসেপ্টিক বার্নল মলমে থাকে (iii) লাল বর্ণের তরল
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

১৬। ইপোক্সি যৌগের বেলায় তথ্য হল ?

(i) ইথিলিন অক্সাইড (ii) সাইক্লিক ইথার (iii) কঠিন পদার্থ
কোনটি সঠিক হবে -

(ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) (ঘ) (ii) ও (iii)

১৭। ফেনলের বেলায় শিক্ষার্থী নিচের তথ্যসমূহ দিল -

(i) কার্বলিক এসিড বলে (ii) লিবারম্যান পরীক্ষা দেয় (iii) কোব বিক্রিয়া দেয়
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

১৮। ফেনল থেকে প্রস্তুত করা যায় -

(i) বেনজিন (ii) পিকরিক এসিড (iii) স্যালিসাইলিক এসিড
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) (ঘ) (ii) ও (iii)

১৯। ইথানল থেকে তৈরি করা যায় -

(i) C_2H_4 (ii) $C_2H_5OC_2H_5$ (iii) CH_3CHO
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i)

২০। $C_4H_{10}O$ সংকেতের সম্ভাব্য মেটামার সমাণু হল -

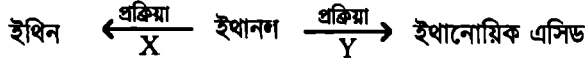
(i) $CH_3CH_2CH_2-O-CH_3$ (ii) $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$ (iii) $CH_3-O-CH(CH_3)_2$
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

খ-২ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (ক) ২। (গ) ৩। (গ) ৪। (ক) ৫। (গ) ৬। (ক) ৭। (ক) ৮। (ক) ৯।
(ক) ১০। (খ) ১১। (খ) ১২। (ক) ১৩। (খ) ১৪। (খ) ১৫। (ক) ১৬। (খ) ১৭। (গ) ১৮। (খ) ১৯। (ক) ২০। (খ)।

খ - ৩ MCQ : অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতাভিত্তিক

১। ইথানল থেকে ইথিন ও ইথানোয়িক এসিড প্রস্তুত করা যায়। যেমন -



প্রদত্ত স্কিম থেকে নিচের (১) নং ও (২) প্রশ্নের উত্তর দাও -

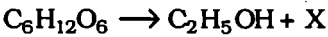
(১) উদ্দীপক মতে, প্রক্রিয়া 'X' হল :

(ক) জ্বারণ (খ) বিজারণ (গ) নিরুদন (ঘ) প্রশমন

(২) উদ্দীপক মতে, প্রক্রিয়া 'Y' হল :

(ক) নিরুদন (খ) জ্বারণ (গ) বিজারণ (ঘ) পলিমারকরণ

২। গ্লুকোজের ফারমেন্টেশন করলে ইথানল ও একটি গ্যাস 'X' উৎপন্ন হয় -



উপরের সমীকরণভিত্তিক নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

(১) 'X' গ্যাসটির বেলায় কোনটি সঠিক হবে না -

(ক) বৃদবৃদ বের হয় (খ) বাদামি গ্যাস (গ) বর্ণহীন গ্যাস (ঘ) বায়ু অপেক্ষা ভারী

(২) 1 mol গ্লুকোজ থেকে কত মোল ইথানল ও কত মোল X গ্যাস উৎপন্ন হবে -

(ক) (1 : 1) mol (খ) (1 : 2) mol (গ) (2 : 1) mol (ঘ) (2 : 2) mol

৩। ইথানল ও থায়োনিল ক্লোরাইড থেকে ক্লোরো ইথেন প্রস্তুতিতে মূল যৌগ ছাড়া অতিরিক্ত 'X' ও 'Y' দুটি গ্যাস উৎপন্ন হয় : $CH_3CH_2OH(l) + SOCl_2(l) \rightarrow CH_3CH_2Cl(l) + X(g) + Y(g)$

উপরের সমীকরণভিত্তিক নিচের (১)নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) 'X' নামক গ্যাসটির বেলায় প্রযোজ্য নয় কোনটি?

(ক) স্টার্চ আয়োডাইড নীল হয় (খ) বিরঞ্জক
(গ) এসিড বৃষ্টি ঘটায় (ঘ) $AgNO_3$ দ্রবণ সাদা করে

(২) 'Y' নামক গ্যাসটির বেলায় প্রযোজ্য-

(ক) হলদু গ্যাস (খ) NH_3 সহ সাদা ধোঁয়া
(গ) KI সহ বিক্রিয়া ঘটে (ঘ) বলয় পরীক্ষা দেয়

খ-৩ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (১) (গ), (২) (খ); ২। (১) (খ), (২) (ঘ); ৩। (১) (ঘ), (২) (খ)।

৮

অ্যালডিহাইড ও কিটোন

Aldehydes and Ketones

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। কার্বনাইল যৌগসমূহের সংজ্ঞা, কার্বনাইল যৌগসমূহকে অ্যালডিহাইড ও কিটোন হিসেবে শ্রেণীকরণ, এদের নামকরণ, সমাণুতা, তাদের অরবিটাল গঠন।
- ২। মিথান্যাল, ইথান্যাল, প্রোপানোন-এর প্রস্তুতি ও শিল্পোৎপাদন।
- ৩। বেনজ্যালডিহাইড, বেনজোফেনোন-এর প্রস্তুতি ও উৎপাদন।
- ৪। অ্যালডিহাইড কিটোনের গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ভিত্তিতে এদের ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্ম। কার্বনাইলমূলকে কেন্দ্রাকর্ষী বা নিউক্লিওফিলিক আক্রমণ।



Id: www.facebook.com/tanbir.cox

উদ্দেশ্য (Objectives)

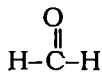


Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks

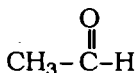
- অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহের নামকরণ ও সমাণুতা সম্পর্কে ধারণা লাভ।
- অ্যালডিহাইড ও কিটোনের প্রস্তুতপ্রণালী, কার্বনাইল যৌগসমূহের ভৌত ধর্ম, তুলনামূলক সক্রিয়তা ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে ধারণা লাভ।
- কার্বনাইল মূলকের ইলেকট্রনিক গঠন প্রকৃতি এবং কার্বনাইল মূলকে নিউক্লিওফিলিক আক্রমণ সম্পর্কে ধারণা লাভ।

৮.১ ভূমিকা (Introduction)

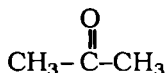
কার্বনাইল যৌগ : দ্বিযোজী কার্বনাইল ($>C=O$) মূলকের সাথে হাইড্রোজেন পরমাণু ও একযোজী অ্যালকাইল মূলক ($-R$) অথবা অ্যারাইল মূলক ($-Ar$) যুক্ত হয়ে যে সব জৈব যৌগ উৎপন্ন হয়, তাদেরকে একত্রে কার্বনাইল যৌগ বলা হয়। যেমন, ফরম্যালডিহাইড বা মিথান্যাল ($H-CHO$), অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল (CH_3-CHO), অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন ($CH_3-CO-CH_3$), বেনজ্যালডিহাইড (C_6H_5-CHO), বেনজোফেনোন ($C_6H_5-CO-C_6H_5$) ইত্যাদি হল কার্বনাইল যৌগ। এদের গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ :



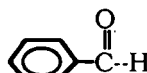
ফরম্যালডিহাইড
বা, মিথান্যাল



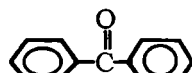
অ্যাসিট্যালডিহাইড
বা, ইথান্যাল



অ্যাসিটোন
বা, প্রোপানোন



বেনজ্যালডিহাইড



বেনজোফেনোন
বা, ডাইফিনাইল কিটোন

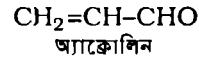
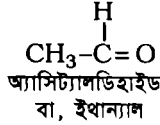
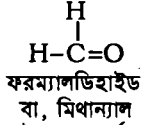
উল্লেখ্য জৈব রসায়ন হল কার্যকরী মূলকভিত্তিক রসায়ন। বিভিন্ন কার্যকরী মূলকের মধ্যে কার্বনাইল মূলকের রসায়ন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। বিভিন্ন শ্রেণীর জৈব যৌগ কার্বনাইল যৌগ থেকে সংশ্লেষণ করা সম্ভব। এজন্য কার্বনাইল যৌগের রসায়নকে জৈব রসায়নের মেরুদণ্ড (backbone of organic chemistry) বলা হয়। প্রাকৃতিক পলিমার পলিস্যাকারাইড (স্টার্চ ও সেলুলোজ), সাংশ্লেষিক যৌগ যেমন, 'মেলামাইন', 'ব্যাঙ্কেলাইট' প্রভৃতি প্রাস্টিক, নিদ্রাকারক ওষুধ 'প্যারালডিহাইড', বিস্ফোরক পদার্থ 'সাইক্লোনাইট' ইত্যাদি কার্বনাইল যৌগেরই উল্লেখযোগ্য রসায়ন।

৮.২ কার্বনাইল যৌগের শ্রেণীবিভাগ

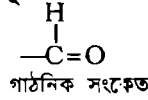
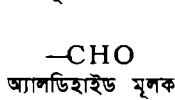
Classification of carbonyl compounds

কার্বনাইল যৌগসমূহকে প্রধানত দু শ্রেণীতে ভাগ করা যায়; যেমন, অ্যালডিহাইড ও কিটোন।

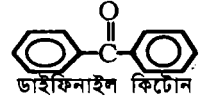
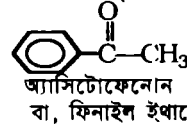
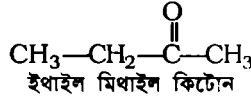
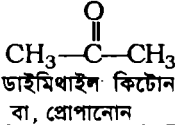
(ক) অ্যালডিহাইড : দ্বিযোজী কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) এর একটি যোজনীতে হাইড্রোজেন পরমাণু ও অপর যোজনীতে হাইড্রোজেন পরমাণু অথবা অ্যালকাইল মূলক অথবা অ্যারাইল মূলক অথবা যে কোন হাইড্রোক্যার্বনের একযোজী মূলক যুক্ত হয়ে যে সব যৌগ উৎপন্ন হয়, উক্ত যৌগসমূহকে অ্যালডিহাইড বলে। যেমন,



অ্যালডিহাইডের কার্যকরী মূলক হল একযোজী অ্যালডিহাইডিক মূলক এবং এর গাঠনিক সংকেত হল নিম্নরূপ :



(খ) কিটোন : দ্বিযোজী কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) -এর উভয় যোজনীতে দুটি অ্যালকাইল মূলক বা দুটি অ্যারাইল মূলক বা একটি অ্যালকাইল ও একটি অ্যারাইল মূলক যুক্ত হয়ে যে সব যৌগ উৎপন্ন করে, তাদেরকে একত্রে কিটোন বলা হয়। যেমন, ডাইমিথাইল কিটোন (বা অ্যাসিটোন), ইথাইল মিথাইল কিটোন, ডাইফিনাইল কিটোন, মিথাইল ফিনাইল কিটোন (বা অ্যাসিটোফেনোন) ইত্যাদি। এদের সংকেত নিম্নরূপ :



অতএব, কিটোনের কার্যকরী মূলক হল 'কিটোনিক মূলক' $-\text{CO}-$ এবং এর গাঠনিক সংকেত হল $-\overset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}}-$ ।
কিটোনিক মূলক দ্বিযোজী বলে তা সব সময় কার্বন শিকলের অভ্যন্তরে থাকে।

(গ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের শ্রেণীবিভাগ

অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহকে নিম্নোক্ত কয়েকটি ভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা যেতে পারে। যেমন,

(১) উৎস অনুসারে : অ্যালিফেটিক অ্যালকোহল ও অ্যারোমেটিক অ্যালকোহলের জারণের ফলে অ্যালডিহাইড ও কিটোন উৎপন্ন হয়। তাই উৎস অনুসারে অ্যালডিহাইড ও কিটোনকে অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক এ দু'ভাগে ভাগ করা যায়। অ্যালডিহাইড মূলক ($-\text{CHO}$) ও কিটো মূলক ($>C=O$) এর সাথে অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকলে তাদেরকে যথাক্রমে অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড ($\text{R}-\text{CHO}$) ও অ্যালিফেটিক কিটোন ($\text{R}-\text{CO}-\text{R}$) বলা হয়। আবার বেনজিন বলয়ের সাথে $-\text{CHO}$ মূলক ও $-\text{CO}-$ মূলক সরাসরি যুক্ত থাকলে তাদেরকে যথাক্রমে অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড ও অ্যারোমেটিক কিটোন বলে। যেমন,

অ্যালডিহাইড কিটোন
(কার্বনাইল যৌগ)

অ্যালিফেটিক

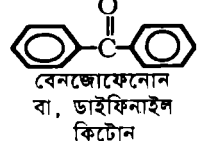
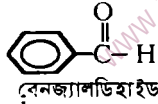
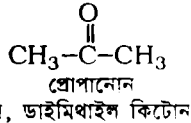
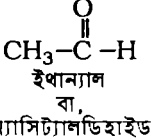
অ্যারোমেটিক

অ্যালিফেটিক
অ্যালডিহাইড

অ্যালিফেটিক
কিটোন

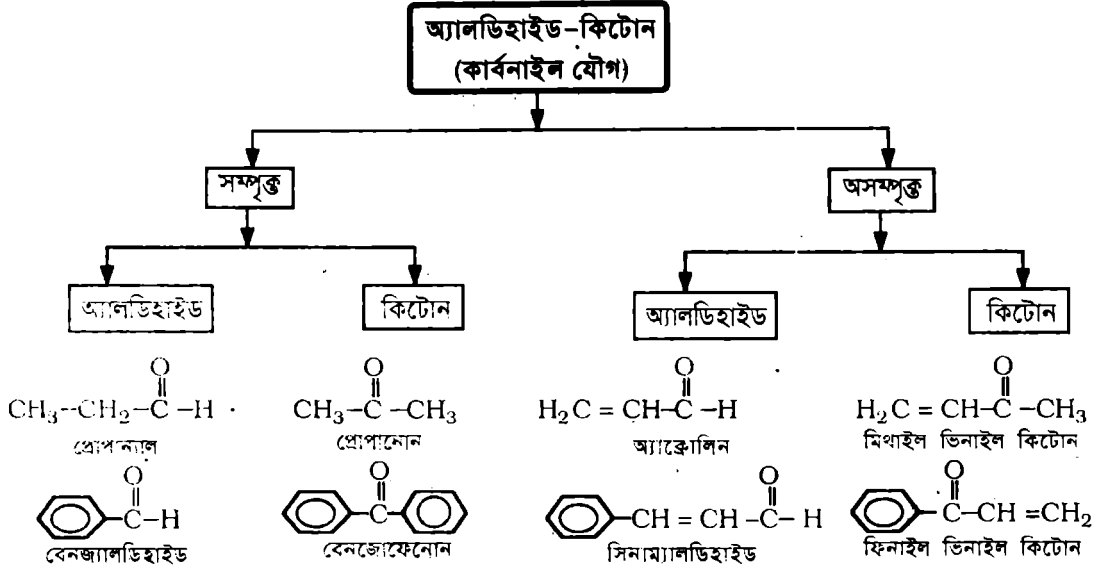
অ্যারোমেটিক
অ্যালডিহাইড

অ্যারোমেটিক
কিটোন



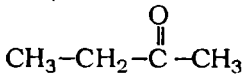
চিত্র ৮.১ : উৎস অনুসারে অ্যালডিহাইড ও কিটোনের শ্রেণীবিভাগ

(২) কার্বন শিকলের গঠন অনুসারে : কার্বন শিকলের সম্পৃক্ততা ও অসম্পৃক্ততা অনুসারে অ্যালডিহাইড কিটোনসমূহকে সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত যৌগ হিসেবে দু'শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। যেমন,

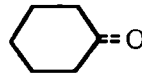


চিত্র ৮.২ : কার্বন শিকলের গঠন অনুসারে অ্যালডিহাইড ও কিটোনের শ্রেণীবিভাগ

আবার কিটোনসমূহকে কার্বন শিকলের প্রকৃতি অনুসারে মুক্ত শিকল কিটোন ও চাক্রিক কিটোন এ দু'ভাগে ভাগ করা যায়। কিটোন মূলক (-CO-) যদি মুক্ত কার্বন শিকলের মাঝখানে থাকে, তবে তাকে মুক্ত শিকল কিটোন বলে। কিটোন মূলক বন্ধ শিকলের অন্তর্ভুক্ত হলে ঐ যৌগকে চাক্রিক বা সাইক্লিক কিটোন বলা হয়। যেমন,

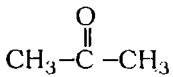


বিউটানোন (মুক্ত শিকল কিটোন)

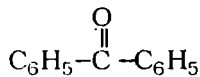


সাইক্লোহেক্সানোন (চাক্রিক কিটোন)

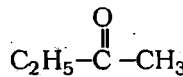
আবার কিটোন মূলক (-CO-) এর দু'দিকের দুটি অ্যালকাইল বা আরাইল মূলক একই হলে তাকে সরল কিটোন (simple ketone) এবং ভিন্ন হলে, তাকে মিশ্র কিটোন (mixed ketone) বলা হয়। যেমন,



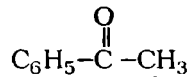
প্রোপানোন
বা, ডাইমিথাইল কিটোন
(সরল কিটোন)



বেনজোফেনোন
বা, ডাইফিনাইল কিটোন
(সরল কিটোন)



বিউটানোন
বা, ইথাইল মিথাইল কিটোন
(মিশ্র কিটোন)



মিথাইল ফিনাইল কিটোন
(মিশ্র কিটোন)

৮.৩ অ্যালডিহাইড ও কিটোনের নামকরণ

Nomenclature of aldehyde and ketone

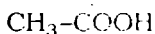
১। সাধারণ পদ্ধতি

(ক) অ্যালডিহাইড-এর নামকরণ : অ্যালডিহাইডের জারণের ফলে উদ্ভূত এসিডের নামের-ইক বা-ওয়িক (ar-oic) শব্দ বাদ দিয়ে তার স্থলে 'অ্যালডিহাইড' শব্দ বসিয়ে ঐ অ্যালডিহাইডের নামকরণ করা হয়। যেমন,

এসিডের সংকেত ও নাম

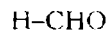


ফরমিক এসিড

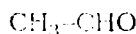


অ্যাসিটিক এসিড

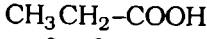
অ্যালডিহাইডের সংকেত ও নাম



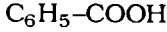
ফরম্যালডিহাইড



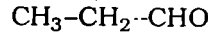
অ্যাসিটালডিহাইড



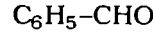
প্রোপিয়োনিক এসিড



বেনজোয়িক এসিড

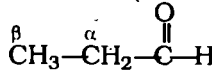


প্রোপিয়ন্যালডিহাইড

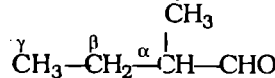


বেনজ্যালডিহাইড

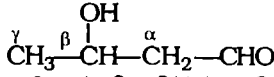
কার্বন শিকলে প্রতিস্থাপিত মূলক থাকলে তার অবস্থান গ্রিক বর্ণ α, β, γ (আল্ফা, বিটা, গামা) প্রভৃতি দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। এক্ষেত্রে কার্যকরী $-\text{CHO}$ মূলক যে কার্বনে যুক্ত থাকে তাকে আল্ফা কার্বন ধরা হয়।



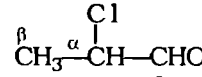
প্রোপিয়ন্যালডিহাইড



α -মিথাইল বিউটাইর্যালডিহাইড

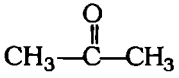


β -হাইড্রক্সি বিউটাইর্যালডিহাইড

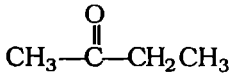


α -ক্লোরো প্রোপিয়ন্যালডিহাইড

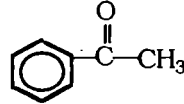
(খ) কিটোন-এর নামকরণ : কার্বনাইল মূলকের সাথে যুক্ত অ্যালকাইল মূলকদ্বয় বা অ্যালকিল ও অ্যারাইল বা অ্যারাইল মূলকদ্বয়ের নামের শেষে কিটোন শব্দ যুক্ত করা হয়। এক্ষেত্রে প্রতিস্থাপকের অবস্থান α, β, γ গ্রিক বর্ণ দ্বারাও প্রকাশ করা হয়। যেমন,



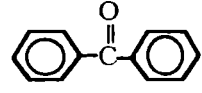
ডাইমিথাইল কিটোন



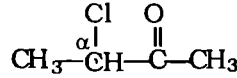
ইথাইল মিথাইল কিটোন



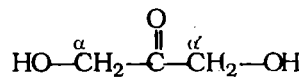
মিথাইল ফিনাইল কিটোন



ডাইফিনাইল কিটোন



α -ক্লোরো ইথাইল মিথাইল কিটোন



α, α' -ডাইহাইড্রক্সি ডাইমিথাইল কিটোন

২। জেনেভা বা ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতি

(ক) অ্যালডিহাইডের নামকরণ : জেনেভা পদ্ধতিতে অ্যালডিহাইডকে অ্যালকান্যাল (Alkanal) বলা হয়। ইংরেজি অ্যালকেন (Alkane)-এর 'ই' (-e)-এর পরিবর্তে 'অ্যাল' (al) বসিয়ে অ্যালডিহাইডের নামকরণ (Alkane-e + al = Alkanal) অ্যালকান্যাল করা হয়। অ্যারিন যেমন, বেনজিন (Benzene) এর বলয়ে অ্যালডিহাইড মূলক প্রতিস্থাপক হলে অ্যারিনের নামের শেষে কার্ব্যালডিহাইড (carbaldehyde) বসানো হয়। যেমন,

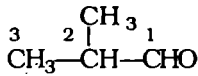
অ্যালকেন বা অ্যারিন-এর নাম ও সংকেত

মিথেন	CH_4
ইথেন	$\text{CH}_3\text{-CH}_3$
প্রোপেন	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
বেনজিন	C_6H_6

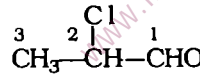
অ্যালডিহাইডের নাম ও সংকেত

মিথান্যাল	H-CHO
ইথান্যাল	$\text{CH}_3\text{-CHO}$
প্রোপান্যাল	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$
বেনজিন কার্ব্যালডিহাইড	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO}$

অ্যালডিহাইড মূলক ($-\text{CHO}$) যুক্ত দীর্ঘতম কার্বন শিকলবিশিষ্ট যৌগকে মূল অ্যালকেনরূপে গণ্য করা হয়। পার্শ্ব মূলকের অবস্থান সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। অ্যালডিহাইড ($-\text{CHO}$) মূলকের কার্বনকে 1নং দ্বারা চিহ্নিত করে অ্যালডিহাইডের নামকরণ করা হয়। যেমন,

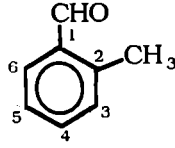


2-মিথাইল প্রোপান্যাল

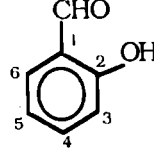


2-ক্লোরো প্রোপান্যাল

অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডের ক্ষেত্রে $-\text{CHO}$ মূলক বেনজিন বলয়ের যে কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে, সে কার্বন পরমাণুকে 1 নং ধরে অন্য সব কার্বনে প্রতিস্থাপকের অবস্থান উল্লেখ করে নামকরণ করা হয়। যেমন,

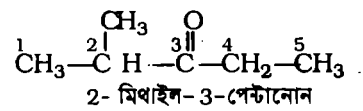
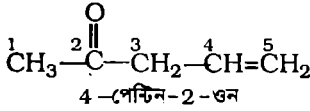
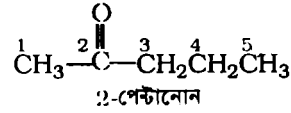
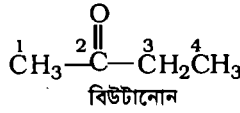
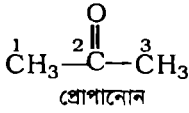


২-মিথাইল
বেনজ্যালডিহাইড

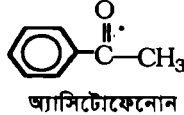


২-হাইড্রক্সি বেনজ্যালডিহাইড

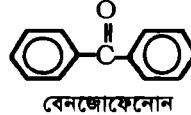
(খ) কিটোনের নামকরণ : জেনেতা পদ্ধতিতে কিটোনকে অ্যালকানোন (Alkanone) বলা হয়। এ পদ্ধতিতে কিটোনের সমান সংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট অ্যালকেনের নামের শেষের বর্ণ ‘ই’ (e) এর স্থলে-‘ওন’ (-one) বসিয়ে (Alkane-e + one = Alkanone) অ্যালকানোন রূপে কিটোনের নামকরণ করা হয়। প্রতিস্থাপিত মূলকের ক্ষেত্রে কার্বনাইল মূলকের অবস্থান ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। কিন্তু দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের বেলায় অ্যালকিন ও অ্যালকাইন (Alkene, Alkyne) নামের শেষের বর্ণ ‘ই (-e)’ বাদ দিয়ে ‘-ওন’ (-one) যোগ করে নামকরণ হয়। শিকলে চারটি বেশি C-পরমাণু হলে তখন $\geq C=O$ মূলকের অবস্থান ক্ষুদ্রতর সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করতে হয়। যেমন,



বেনজিন বলয় সরাসরি কার্বনাইল মূলকের সাথে যুক্ত থাকলে সে সব অ্যারোমেটিক কিটোনকে ‘ফেনোন’ (phenone) বলা হয়। এ সব অ্যারোমেটিক কিটোনের নামকরণের বেলায় সদৃশ অ্যালিফেটিক এসিড বা অ্যারোমেটিক এসিডের নামের শেষের অংশ ‘ইক’ (ic) বাদ দিয়ে ‘ওফেনোন’ (-ophenone) বা ক্ষেত্র বিশেষে ফেনোন (-phenone) শব্দ যোগ করা হয়। যেমন,

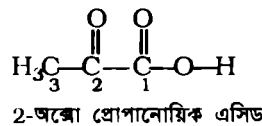
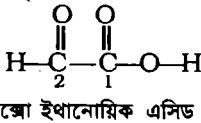


অ্যাসিটোফেনোন
বা, ফিনাইল ইথানোন



বেনজোফেনোন

যখন অ্যালডিহাইড মূলক (-CHO) অথবা কিটোন মূলক (-CO-) জৈব যৌগে প্রধান কার্যকরী মূলক না হয় তখন এর কার্বনকে মূল অ্যালকেনের অংশ ধরে নামের পূর্বে অক্সো (oxo-) উপসর্গ বসানো হয়। যেমন,

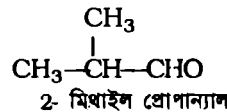
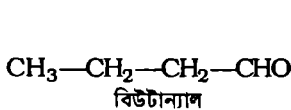


৮.৪ কার্বনাইল যৌগের সমাগুতা

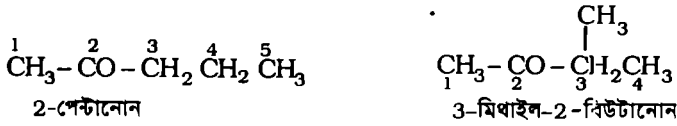
Isomerism of carbonyl compounds

অন্যান্য জৈব যৌগের মত অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহ নিম্নোক্ত প্রকারের সমাগুতা প্রদর্শন করে থাকে। যেমন,

১। চেইন সমাগুতা : অ্যালডিহাইড ও কিটোন প্রত্যেক শ্রেণীর যৌগে চেইন সমাগুতা দেখা যায়। যেমন, বিউটান্যাল ও ২-মিথাইল প্রোপান্যাল হল পরস্পর সমাগু।



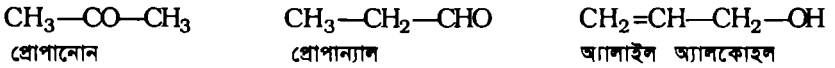
অনুরূপভাবে ২-পেন্টানোন ও ৩-মিথাইল-২-বিউটানোন পরস্পর চেইন সমাগু।



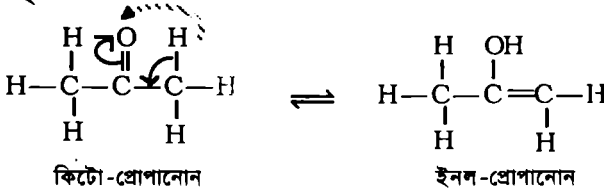
২। অবস্থান সমাণুতা : যেহেতু অ্যালডিহাইড মূলক সব সময় কার্বন শিকলের প্রান্তে থাকে; তাই অ্যালডিহাইডসমূহ অবস্থান সমাণুতা প্রদর্শন করে না। কিন্তু কিটোন মূলক কার্বন শিকলের ভেতরে যে কোন কার্বন পরমাণুতে থাকতে পারে; তাই কিটোনসমূহ অবস্থান সমাণুতা প্রদর্শন করে। যেমন, 2-পেন্টানোন ও 3-পেন্টানোন পরস্পর অবস্থান সমাণুক।



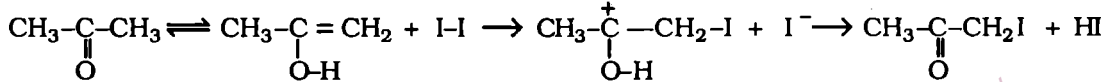
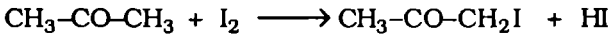
৩। কার্যকরী মূলক সমাণুতা : অ্যালডিহাইড, কিটোন ও অসম্পৃক্ত অ্যালকোহল-এ তিন শ্রেণীর যৌগের মধ্যে কার্যকরী মূলক সমাণুতা দেখা যায়। যেমন, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ এর নিম্নোক্ত তিনটি সমাণু আছে।



৪। গতিশীল কার্যকরী মূলক সমাণুতা বা কিটো-ইনল টটোমারিজম : কিটোনে বিশেষ ধরনের গতিশীল কার্যকরী মূলক সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। উদ্ভূত সমাণুতে অ্যালকিনাইল মূলক ও অ্যালকোহল মূলক থাকে। কার্বনাইল যৌগ থেকে উদ্ভূত এরূপ সমাণুকে টটোমার বলে। বিক্রিয়াসমূহে উভয় টটোমার অংশগ্রহণ করে। প্রোপানোন নিম্নোক্ত দুটি টটোমার সৃষ্টি করে।



সাম্যাবস্থায় উভয় টটোমার মিশ্রণ তিন শ্রেণীর বিক্রিয়া দেয়; যেমন, $>\text{C}=\text{O}$ মূলকের বিক্রিয়া, $\text{C}=\text{C}$ এর বিক্রিয়া এবং $-\text{OH}$ মূলকের বিক্রিয়া। সাম্যাবস্থায় ইনল প্রোপানোন টটোমার খুব কম (যেমন, 0.01%) থাকে। তবে ইনল টটোমার বিক্রিয়া দ্বারা নিঃশেষ হলে, কিটো টটোমার সাম্যাবস্থা রক্ষার জন্য ইনল টটোমারে পরিণত হয়। অনুরূপভাবে সাম্যাবস্থা রক্ষা করতে গিয়ে সমস্ত কিটো টটোমার পরিবর্তিত হয়ে ইনল টটোমাররূপে বিক্রিয়া সম্পন্ন করে। যেমন, প্রোপানোন ও আয়োডিনের মধ্যে বিক্রিয়াটিতে ইনল-প্রোপানোন টটোমার আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করে।

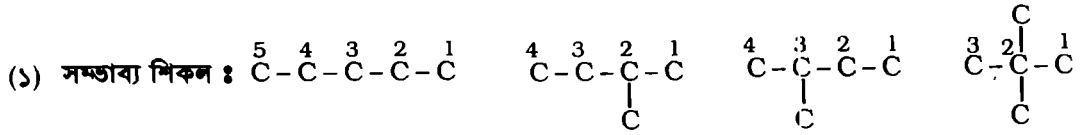


সাধারণ সংকেত থেকে কার্বনাইল যৌগের সমাণু নির্ধারণ :

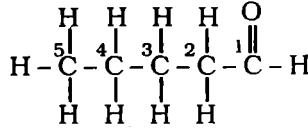
সম্পৃক্ত অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সাধারণ সংকেত হল $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ । এ ধরনের কোন সংকেত যেমন, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ দ্বারা উপরিউক্ত চার ধরনের সমাণুতার বিভিন্ন সমাণু হতে পারে। এরূপ সংকেত দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সমাণুর গঠন লেখার নিয়ম নিম্নরূপ :

(ক) প্রদত্ত সংকেতে (যেমন, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ -এ) 5টি কার্বন পরমাণু আছে। তাই প্রথমে 5টি কার্বনের মূল শিকল; তারপর একটি করে কমিয়ে 4টি ও 3টি কার্বনের মূল শিকল তৈরি করে অবশিষ্ট কার্বন পরমাণুকে পার্শ্বশিকলরূপে ঐ মূল কার্বন শিকলের সাথে যুক্ত করতে হয়।

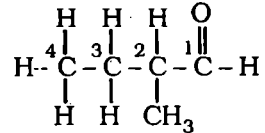
(খ) অ্যালডিহাইড সমাণুর জন্য প্রতিটি শিকলের 1নং কার্বনকে অ্যালডিহাইড মূলকে $\left(\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H} \right)$ রূপান্তরিত করে কার্বনের অবশিষ্ট যোজনী 'H' দ্বারা পূর্ণ করতে হয়। যেমন, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ সংকেতের নিম্নোক্ত সমাণু সম্ভব।



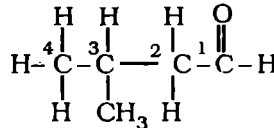
(২) অ্যালডিহাইড সমাণু :



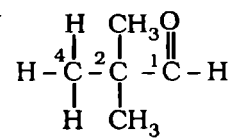
পেন্টান্যাল



২- মিথাইল বিউটান্যাল

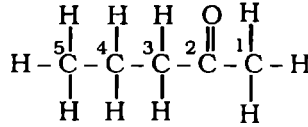


৩- মিথাইল বিউটান্যাল

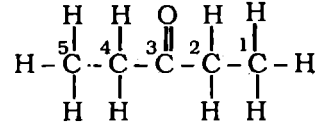


২, ২-ডাইমিথাইল প্রোপান্যাল

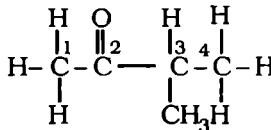
(৩) কিটোন সমাণু :



পেন্টানোন-২

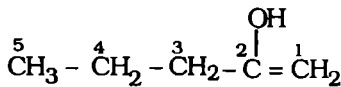


পেন্টানোন-৩

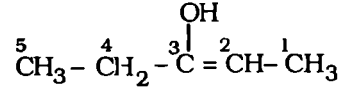


৩- মিথাইল বিউটানোন-২

(৪) ইমল-সমাণু :



১-পেন্টিন-২-অল

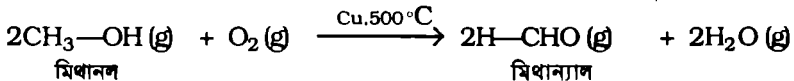


২-পেন্টিন-৩-অল

৮.৫ মিথান্যাল বা ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুতি

Preparation of methanal or formaldehyde

১। মিথানল থেকে : প্রায় 500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত সিলভার অথবা কপার প্রভাবকের ওপর দিয়ে মিথানলের বাষ্প ও বায়ুর মিশ্রণকে চালনা করলে মিথানল আংশিক জারিত হয়ে মিথান্যাল ও পানি-বাষ্প উৎপন্ন হয়। ঐ মিথান্যাল গ্যাসকে পানিতে চালনা করে 30 - 40% জলীয় দ্রবণ বা ফরমালিন উৎপন্ন করা হয়।



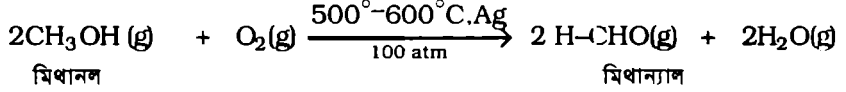
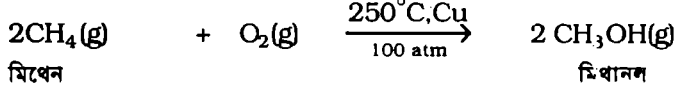
মিথানল

মিথান্যাল

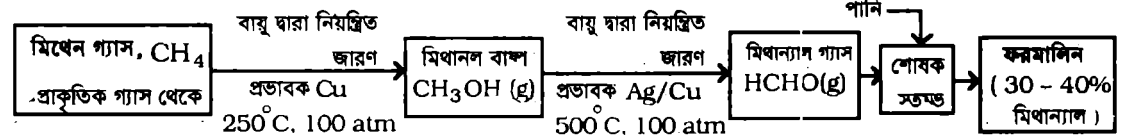
মিথানলের বাষ্প ও বায়ুর পরিমাণকে নিয়ন্ত্রণ করা একান্ত প্রয়োজন নতুবা উৎপন্ন মিথান্যাল অধিক জারিত হয়ে মিথানোয়িক এসিডে পরিণত হয়।

ফরমালিন (Formalin) : মিথান্যাল হল গ্যাস (স্ফুটনাঙ্ক, $T_b = -21^\circ\text{C}$)। মিথান্যালের 40% জলীয় দ্রবণকে ফরমালিন বলা হয়। ফরমালিন একটি কার্যকরী জীবাণুনাশক। পরীক্ষাগারে জীববিজ্ঞানের নমুনা যেমন, মৃত উদ্ভিদ ও জীবজন্তুর দেহ সংরক্ষণে ফরমালিন ব্যবহৃত হয়।

২। প্রাকৃতিক গ্যাসের মিথেন থেকে বাণিজ্যিকভাবে মিথান্যাল উৎপাদন : মিথেন সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক গ্যাস ও বায়ুর মিশ্রণকে 100 atm চাপে ও 250 - 260°C তাপমাত্রায় উত্তমত কপার প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করলে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা মিথেনের নিয়ন্ত্রিত জারণের ফলে মিথানল (CH₃OH) উৎপন্ন হয়। পরে মিথানলের বাষ্প ও বায়ুর মিশ্রণকে প্রায় 100 atm চাপে ও 500° - 600°C তাপমাত্রায় উত্তমত সিলভার বা কপার গুঁড়ার উপস্থিতিতে নিয়ন্ত্রিত জারণের ফলে মিথান্যাল উৎপাদন করা হয়। উৎপাদিত মিথান্যাল গ্যাসকে শোধক স্তম্ভে

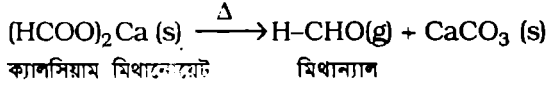


পানিতে দ্রবীভূত করে মিথান্যালের 30-40% দ্রবণ অর্থাৎ ফরমালিন উৎপাদন করা হয়।



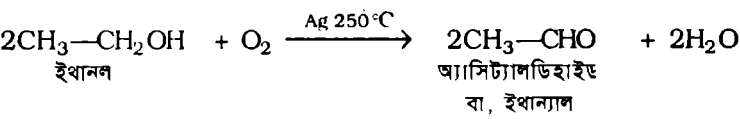
চিত্র ৮.৩ : মিথেন থেকে ফরমালিন বা (30 - 40%) মিথান্যাল উৎপাদনের প্রবাহচিত্র

৩। পরীক্ষাগারে মিথান্যাল প্রস্তুতি : শুষ্ক ক্যালসিয়াম মিথানোয়েট বা ক্যালসিয়াম ফরমেট লবণকে শুষ্ক পাতন করলে মিথান্যাল গ্যাস ও CaCO₃ উৎপন্ন হয়।

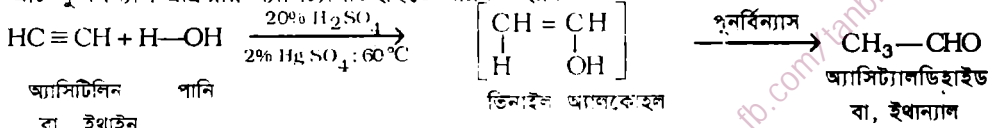


৮.৬ ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রস্তুতি Preparation of ethanal or acetaldehyde

১। ইথানল থেকে : ইথানলের বাষ্প ও বায়ুর মিশ্রণকে 250°C তাপমাত্রায় উত্তমত সিলভার প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করলে ইথানলের বাষ্প বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়। এ প্রক্রিয়ায় সুলভে অ্যাসিট্যালডিহাইডের শিল্পোৎপাদন করা হয়।

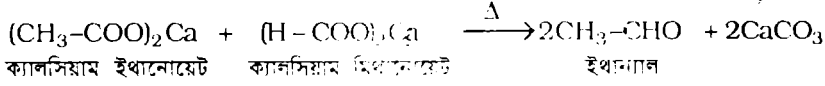


২। অ্যাসিটিলিন থেকে : প্রায় 60°C তাপমাত্রায় উত্তমত প্রভাবকরূপে 1-2% মারকিউরিক সালফেট মিশ্রিত 20% H₂SO₄ এর মিশ্র-দ্রবণের মধ্যে অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন গ্যাস চালনা করে অ্যাসিট্যালডিহাইডের শিল্পোৎপাদন করা হয়। এক্ষেত্রে অ্যাসিটিলিনের সাথে এক অণু পানি যুক্ত হয়ে প্রথমে অস্থায়ী ভিনাইল অ্যালকোহল ও পরে এটি পুনর্বিন্যাস প্রক্রিয়ায় অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়।



এ প্রণালীতে উৎপাদন সম্ভাবনা প্রায় 90% এবং উৎপাদিত অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রায় 99.5% বিশুদ্ধ হয়।

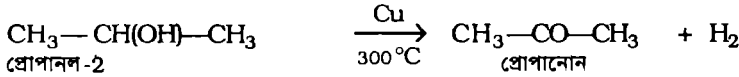
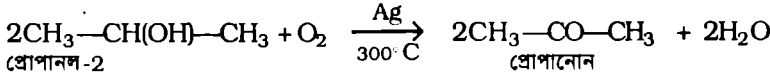
৩। ক্যালসিয়াম ইথানোয়েট থেকে : ক্যালসিয়াম ইথানোয়েট ও ক্যালসিয়াম মিথানোয়েট বা ফরমেটের মিশ্রণকে শুষ্ক পাতন করলে ইথান্যাল ও CaCO₃ উৎপন্ন হয়।



৮.৭ প্রোপানোন বা অ্যাসিটোন বা ডাইমিথাইল কিটোন প্রস্তুতি

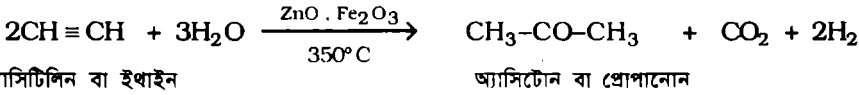
Preparation of propanone or acetone or dimethyl ketone

১। প্রোপানল-২ থেকে : প্রায় 300°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত সিলভার প্রভাবকের উপস্থিতিতে প্রোপানল-২ এর বাষ্পকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে অথবা 300°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত কপার প্রভাবকের ওপর দিয়ে প্রোপানল-২ এর বাষ্পকে চালনা করে হাইড্রোজেন অপসারণ প্রক্রিয়ায় প্রোপানোন বা অ্যাসিটোনের শিল্পোৎপাদন করা হয়।

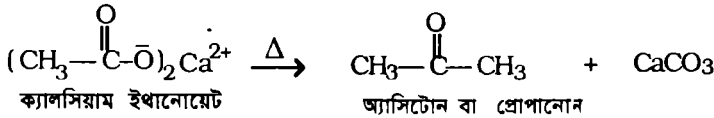


উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণকে শীতল করে পানিতে শোষণ করা হয়। ফলে প্রোপানোন ও সামান্য অপরিবর্তিত প্রোপানল-২ পানিতে দ্রবীভূত হয়। এই দ্রবণকে আংশিক পাতন করে প্রোপানোনকে পৃথক করা হয়।

২। অ্যাসিটিলিন থেকে : অ্যাসিটিলিন (বা ইথাইন) ও স্টিমের মিশ্রণকে 350°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত ফেরিক অক্সাইড ও জিংক অক্সাইড প্রভাবক মিশ্রণের ওপর দিয়ে চালনা করলে অধিক পরিমাণ অ্যাসিটোন উৎপন্ন হয়। [উৎপাদন সম্ভাব্যতা 90%]



৩। ক্যালসিয়াম ইথানোয়েট থেকে : শুষ্ক বিগলিত ক্যালসিয়াম ইথানোয়েট লবণকে শুষ্ক পাতন করলে প্রোপানোন ও CaCO₃ উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে পরীক্ষাগারেও প্রোপানোন প্রস্তুত করা যায়।

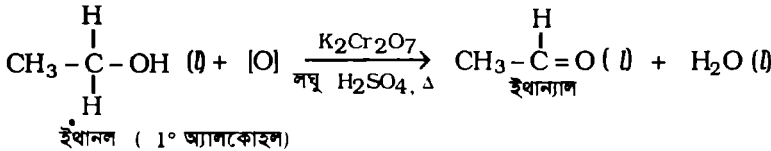


৮.৮ ইথান্যাল ও প্রোপানোনের পরীক্ষাগার প্রস্তুত পদ্ধতি

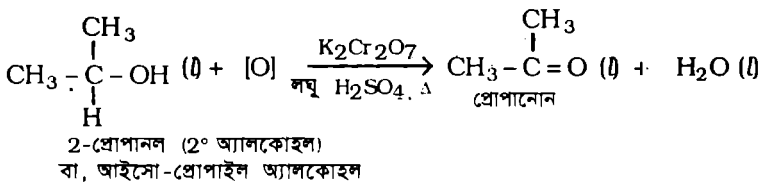
Laboratory method of preparation of ethanal and propanone

অ্যালকোহল থেকে ইথান্যাল ও প্রোপানোন-এর পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি :

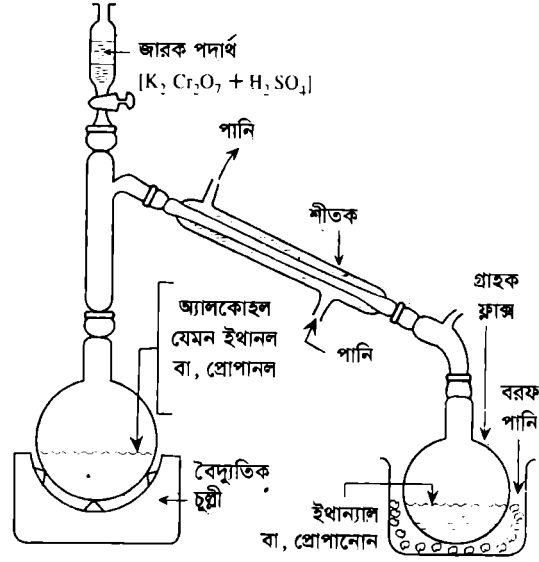
(১) ইথান্যাল প্রস্তুতির মূলনীতি : ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানলকে 40°-50°C তাপমাত্রায় লঘু H₂SO₄ মিশ্রিত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্বারা জারিত করে ইথান্যাল প্রস্তুত করা যায়।



(২) প্রোপানোন প্রস্তুতির মূলনীতি : সেকেন্ডারি অ্যালকোহল 2-প্রোপানল বা আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহলকে 50°-60°C তাপমাত্রায় লঘু H₂SO₄ মিশ্রিত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্বারা জারিত করে প্রোপানোন প্রস্তুত করা যায়।

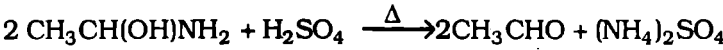
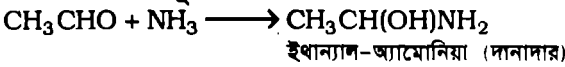


প্রস্তুতির বর্ণনা : (১) একটি পাতন ফ্লাস্কে প্রয়োজন মত অ্যালকোহল যেমন ইথানল (বা প্রোপানল-২) নিয়ে এর সাথে জারক পদার্থের মিশ্রণসহ বিন্দুপাতি ফানেল ও লিবিগ শীতক যুক্ত করা হয়। শীতকের শেষ প্রান্তে গ্রাহক ফ্লাস্ক যুক্ত করে ফ্লাস্কটিকে বৈদ্যুতিক চুল্লির ওপর রাখা হল। চিত্র মতে পাতন ফ্লাস্কে নেয়া অ্যালকোহলের মধ্যে ফেঁটায় ফেঁটায় লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ এর মিশ্রণ বা জারক পদার্থের মিশ্রণ যোগ করা হয়। মিশ্রণটিকে ব্যবহৃত অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্কের নিম্ন তাপমাত্রায় বৈদ্যুতিক চুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন কার্বনাইল যৌগের স্ফুটনাঙ্ক অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক থেকে নিম্ন হয়। তাই উৎপন্ন হওয়ার সাথে সাথে ঐ কার্বনাইল যৌগ যেমন, ইথান্যাল (বা প্রোপানোন) বাষ্পীভূত ও শীতকে ঘনীভূত হয়ে গ্রাহক ফ্লাস্কে জমা হয়। এরূপে সংগৃহীত ইথান্যালে (বা প্রোপানোনে) কিছু অ্যালকোহল ও পানি মিশ্রিত থাকে।

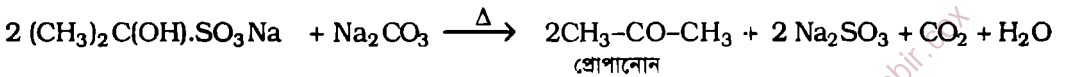
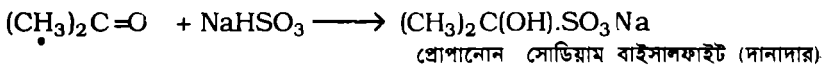


চিত্র ৮.৪ : পরীক্ষাগারে ইথান্যাল বা, প্রোপানোন প্রস্তুতি।

বিশোধন : (১) অবিশুদ্ধ ইথান্যালের বাষ্পকে বরফ শীতল শুষ্ক ইথারে শোষিত করে এর মধ্যে অ্যামোনিয়া গ্যাস চালনা করে সম্পৃক্ত করা হয়। তখন ইথান্যাল-অ্যামোনিয়া দানা উৎপন্ন হয়। সে দানাগুলো পৃথক করে লঘু H_2SO_4 সহ পাতন করা হয়। পাতিত তরলকে বিগলিত $CaCl_2$ দ্বারা শুষ্ক করে পুনরায় $20 - 22^\circ C$ তাপমাত্রায় পাতিত করলে বিশুদ্ধ ইথান্যাল পাওয়া যায়।

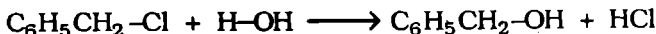


(২) অবিশুদ্ধ প্রোপানোনকে সোডিয়াম বাইসালফাইটের সম্পৃক্ত দ্রবণের সাথে ঝাঁকানো হয়। ফলে দানাদার প্রোপানোন সোডিয়াম বাইসালফাইট উৎপন্ন হয়। সে দানাগুলো পৃথক করে Na_2CO_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণের সাথে মিশিয়ে পাতন করা হয়। প্রাপ্ত প্রোপানোনকে অনার্দ্র $CaCl_2$ দ্বারা শুষ্ক করে পুনরায় $56^\circ C$ তাপমাত্রায় পাতন করলে বিশুদ্ধ প্রোপানোন পাওয়া যায়।



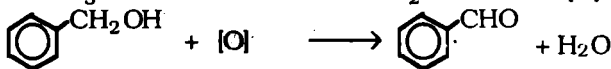
৮.৯ বেনজ্যালডিহাইড প্রস্তুতি (Preparation of benzaldehyde)

(ক) পরীক্ষাগারে বেনজ্যালডিহাইড প্রস্তুতি : মূলনীতি : বেনজাইল ক্লোরাইড ও কপার নাইট্রেট অথবা লেড নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণের ফুটন্ত মিশ্রণে CO_2 গ্যাস চালনা করে বেনজ্যালডিহাইড প্রস্তুত করা হয়। প্রথমে বেনজাইল ক্লোরাইড আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে বেনজাইল অ্যালকোহল ও HCl এসিডে পরিণত হয়। অতঃপর ঐ HCl এসিড ও $Cu(NO_3)_2$ বিক্রিয়া করে $CuCl_2$ ও নাইট্রিক এসিড উৎপন্ন হয়। ঐ নাইট্রিক এসিডের বিয়োজনে উৎপন্ন জায়মান অক্সিজেন দ্বারা উৎপন্ন বেনজাইল অ্যালকোহল জারিত হয়ে বেনজ্যালডিহাইড উৎপন্ন করে।



বেনজাইল ক্লোরাইড

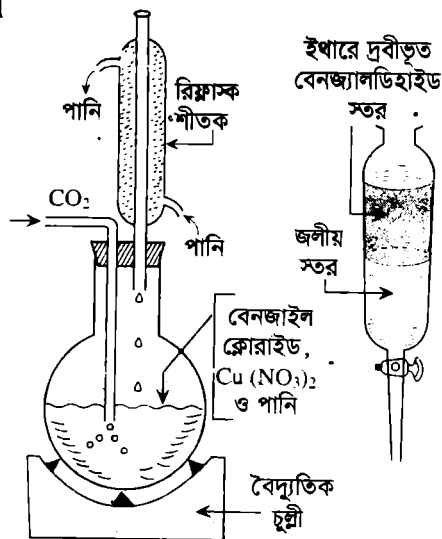
বেনজাইল অ্যালকোহল



বেনজাইল অ্যালকোহল

বেনজ্যালডিহাইড

বর্ণনা : রিফ্লাস্ক শীতকযুক্ত একটি পাতন ফ্লাস্কে 10g বেনজাইল ক্লোরাইড, 9g কপার নাইট্রেট এবং 40 mL পানি নিয়ে প্রায় ছয় ঘণ্টা ধরে মিশ্রণটিকে রিফ্লাস্ক করা হয়। | রিফ্লাস্ক শীতক ব্যবহারে উষ্ণীয় জৈব যৌগের বাষ্প ঘনীভূত হয়ে ফ্লাস্কে পুনরায় ফোঁটায় ফোঁটায় জমা হয়; বাষ্পীভবন দ্বারা অপচয় হতে পারে না। | রিফ্লাস্ক চলাকালীন সময়ে মিশ্রণের মধ্যে ধীরে ধীরে CO₂ গ্যাস চালনা করা হয়। ফলে উৎপন্ন বেনজ্যালডিহাইড বেনজোয়িক এসিডে জারিত হতে পারে না। মিশ্রণটিকে শীতল করার পর পৃথকীকরণ ফানেল দ্বারা ইথারের সাহায্যে মিশ্রণ থেকে বেনজ্যালডিহাইড পৃথক করা হয়।

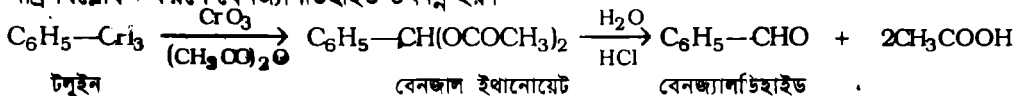


চিত্র ৮.৫ : 'রিফ্লাস্কগারে বেনজ্যালডিহাইড প্রস্তুতি ও পৃথকীকরণ।

বিশোধন : এ বেনজ্যালডিহাইডকে ২ : ৪-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিনের সম্পৃক্ত দ্রবণের সাথে ঝাঁকালে বেনজ্যালডিহাইড ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিনে কেলাস উৎপন্ন হয়। কেলাসগুলোকে পৃথক করে সামান্য অ্যালকোহল বা ইথারে দ্রবীভূত করা হয়। শেষে পাতলা H₂SO₄ দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত করা হয়। অতঃপর ঐ মিশ্রণকে বাষ্পপাতন করলে গ্রাহক পাত্র বেনজ্যালডিহাইড জমা হয়। এ বেনজ্যালডিহাইডকে পুনরায় ইথার দ্বারা পৃথক করে অনার্দ্র CaCl₂ দ্বারা শুষ্ক করা হয়। শেষে বাষ্পীভূত করে ইথার দূর করলে বিশুদ্ধ বেনজ্যালডিহাইড পাওয়া যায়।

(খ) বেনজ্যালডিহাইডের শিল্পোৎপাদন :

১। **টলুইনকে ক্রোমিয়াম (III)-অক্সাইড ও ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড সহযোগে জারণ :** ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডে দ্রবীভূত ক্রোমিয়াম (III) অক্সাইড দ্বারা টলুইনকে জারিত করলে বেনজ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। প্রথমে টলুইন ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের সাথে বেনজাল ইথানোয়েট গঠন করে। ফলে উৎপন্ন বেনজ্যালডিহাইড পুনরায় জারিত হয়ে বেনজোয়িক এসিডে পরিণত হতে পারে না। বেনজাল ইথানোয়েটকে লঘু H₂SO₄ বা HCl এসিড দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে বেনজ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়।

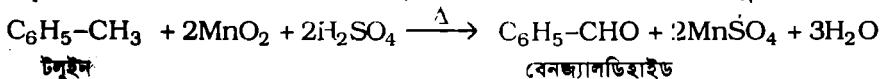


টলুইন

বেনজাল ইথানোয়েট

বেনজ্যালডিহাইড

২। **টলুইনকে MnO₂ ও H₂SO₄ সহযোগে জারণ :** প্রায় 45°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত টলুইনকে MnO₂ ও 65% H₂SO₄ দ্বারা জারিত করলে বেনজ্যালডিহাইড, ম্যাঙ্গানাস সালফেট ও পানি উৎপন্ন হয়।



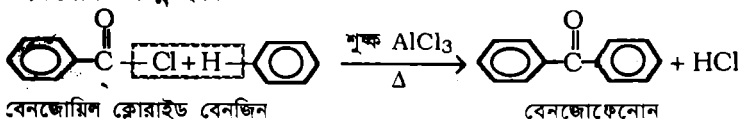
টলুইন

বেনজ্যালডিহাইড

৮.১০ বেনজোফেনোন প্রস্তুতি (Preparation of benzophenone)

১। **ফ্রিডেল ক্রাফটস বিক্রিয়ার সাহায্যে**

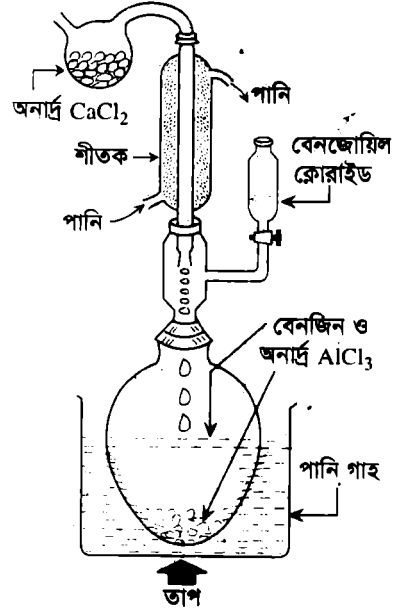
মূলনীতি : শুষ্ক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (AlCl₃) এর উপস্থিতিতে বেনজিন ও বেনজোয়িক ক্লোরাইডকে উত্তপ্ত করলে বেনজোফেনোন উৎপন্ন হয়।



বেনজোয়িক ক্লোরাইড বেনজিন

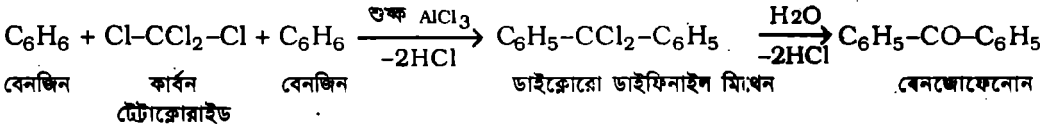
বেনজোফেনোন

প্রস্তুতির বর্ণনা : পরীক্ষাগারে একটি পাতন ফ্লাস্কে পরিমাণ মত বেনজিন ($T_b = 80^\circ\text{C}$) ও অনার্দ্র AlCl_3 নিয়ে ফ্লাস্কটির মুখে একটি শীতক ঝাড়াভাবে যুক্ত করে ঐ শীতকের শেষ প্রান্তে অনার্দ্র CaCl_2 ভর্তি গার্ড-বাল্ব যুক্ত করা হয়। এখন পাতন ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের মাধ্যমে বিন্দুপাতি ফানেলের সাহায্যে বেনজোয়িল ক্লোরাইড ($T_b = 198^\circ\text{C}$) যোগ করা হয়। তারপর ফ্লাস্কটিকে পানি গাহে রেখে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করে বেনজিনকে রিফ্লাস্ক করা হয়। বিক্রিয়া শেষে মিশ্রণটিকে শীতল করলে উৎপন্ন বেনজোফেনোন ($T_m = 49^\circ\text{C}$) কেলাস আকারে পৃথক হয়ে পড়ে। শেষে কেলাসগুলোকে সংগ্রহ করা হয়।



চিত্র ৮.৬ : পরীক্ষাগারে বেনজোফেনোন প্রস্তুতি।

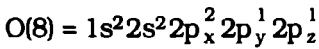
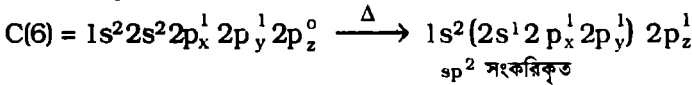
২। **বেনজিন ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড থেকে :** শুষ্ক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে বেনজিন ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ডাইক্লোরো ডাইফিনাইল মিথেন উৎপন্ন হয়। একে স্টিম পাতিত করলে অর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটে এবং বেনজোফেনোন উৎপন্ন হয়।



৮.১১ কার্বনাইল মূলকের অরবিটাল গঠন

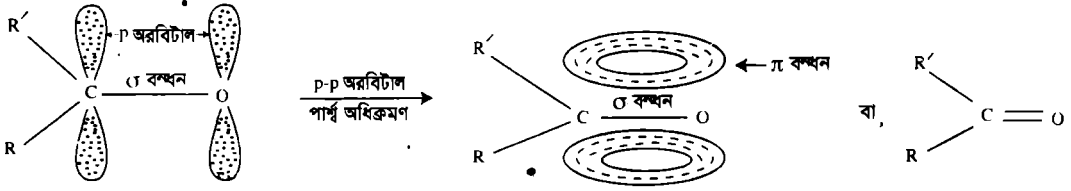
Orbital structure of carbonyl group

কার্বন পরমাণু ও অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকটন বিন্যাস নিম্নরূপ :



কার্বনাইল মূলক ($-\text{CO}-$) গঠনের বেলায়, কার্বনাইল কার্বন পরমাণুটি এর তিনটি sp^2 সংকরিত অরবিটাল দ্বারা পৃথকভাবে একটি অক্সিজেন পরমাণুর একটি বিজোড় p - অরবিটাল ($2p_y^1$) এর সঙ্গে এবং অপর দুটি ভিন্ন দুটি কার্বন পরমাণুর সঙ্গে মোট তিনটি σ বন্ধনে আবদ্ধ হয় এবং ঐ তিনটি σ -বন্ধন একই সমতলে পরস্পরের মধ্যে 120° কোণ করে অবস্থান করে। কিন্তু ঐ কার্বনের অবশিষ্ট অসংকরিত অরবিটালটি (যেমন, $2p_z^1$) ঐ সমতলের সঙ্গে লম্বভাবে অবস্থান করে এবং তা অক্সিজেন পরমাণুর অবশিষ্ট বিজোড় p -অরবিটাল ($2p_z^1$) এর সঙ্গে পাশাপাশি অধিক্রমণের ফলে কার্বন-অক্সিজেন π বন্ধন সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধনটি একটি σ বন্ধন

ও অপরটি π বন্ধন দ্বারা গঠিত। অক্সিজেন পরমাণুতে দুটি নিঃসজ্জা ইলেকটন জোড় ($2s^2, 2p_x^2$) পরস্পরের সঙ্গে 120° কোণ করে থাকে।



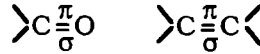
চিত্র ৮.৭ : কার্বনাইল মূলকের ইলেকট্রনিক অরবিটাল গঠন।

যেহেতু কার্বন পরমাণু অপেক্ষা অক্সিজেন পরমাণু অধিক তড়িৎ-ঋণাত্মক, তাই π বন্ধনের সম্বরণশীল ইলেকটন অক্সিজেন পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয়ে থাকে। ফলে কার্বনাইল-কার্বন পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক বিদ্যুৎ চার্জ (δ^+) ও অক্সিজেন পরমাণুতে আংশিক ঋণাত্মক বিদ্যুৎ চার্জ (δ^-) সৃষ্টি হয়ে কার্বনাইল মূলকটি ($\text{>C}=\overset{\delta^-}{\text{O}}^{\delta^+}$) পোলার বা দ্বিমেরুকরূপে আচরণ করে। কার্বনাইল মূলকের পাই (π) ইলেকটন সিগমা ইলেকটনের চেয়ে অধিক সম্বরণশীল; তাই কার্বনাইল মূলকের কার্বন-অক্সিজেন ডাইপোলার মাত্রা কার্বন-ক্লোরিনের ডাইপোলার মাত্রা থেকে বেশি হয়।

৮.১২ কার্বনাইল মূলক ও কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন-এর তুলনা

Comparison between carbonyl group and alkene group

কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধন বা কার্বনাইল মূলক ($\text{>C}=\text{O}$) ও কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বা অ্যালকিন মূলক ($\text{>C}=\text{C}<$) এর মধ্যে গঠনগত প্রধান মিল হল উভয় ক্ষেত্রে কার্বন পরমাণু sp^2 সংকরিত এবং উভয় মূলকে দুটি পরমাণু একটি সিগমা (σ) বন্ধন ও একটি পাই (π) বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ আছে। যেমন,



তবে উভয়ক্ষেত্রে π বন্ধন থাকলেও অ্যালকিন অপোলার এবং অ্যালকিনের সম্বরণশীল π -ইলেকটনের সাথে Br_2 ও HBr ইলেকট্রোফিলিক যুত বিক্রিয়া দেয়। কিন্তু কার্বনাইল মূলকের π ইলেকটন অনুরূপ যুত বিক্রিয়া দেয় না। কারণ, কার্বনাইল মূলকের অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণু π ইলেকটনগুলোকে নিজের কর্তৃত্বশীল করে; যার ফলে ইলেকট্রোফিলিক (যেমন, Br^+ ও H^+) ঐ π ইলেকটনের সাথে বন্ধন গড়তে পারে না। ফলে ইলেকট্রোফিলিক যুত বিক্রিয়া কার্বনাইল যৌগে ঘটে না। এর সারমর্ম হল নিম্নরূপ :

- সাদৃশ্য : (১) উভয়ের মধ্যে একটি σ বন্ধন ও একটি π বন্ধন দ্বারা সৃষ্ট দ্বিবন্ধন আছে;
 (২) উভয়ের গঠন সমতলীয়;
 (৩) উভয়ের বন্ধন কোণের পরিমাণ 120° ;
 (৪) উভয়ের মধ্যে sp^2 সংকরিত কার্বন পরমাণু আছে;
 (৫) উভয়ের মধ্যে যুত বা সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে।

বৈসাদৃশ্য : (১) কার্বনাইল মূলক ($\text{>C}=\overset{\delta^-}{\text{O}}^{\delta^+}$) পোলার, কিন্তু অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ($\text{>C}=\text{C}<$) অপোলার বা ননপোলার।

- (২) উভয় গ্রুপের দ্বিবন্ধন শক্তি ভিন্ন: $\text{C}=\text{C}$ বন্ধনশক্তি হল 612 kJmol^{-1} এবং $\text{C}=\text{O}$ বন্ধনশক্তি হল 743 kJmol^{-1}
 (৩) $\text{C}=\text{C}$ বন্ধন অক্ষ বরাবর ঘূর্ণন বাধার কারণে জ্যামিতিক সমাণুতা প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনে দেখা যায়। $\text{C}=\text{O}$ বন্ধনে এরূপ সমাণুতা অসম্ভব।
 (৪) অ্যালকিনের সম্বরণশীল π -ইলেকট্রন দ্বারা ইলেকট্রোফিলিক আকৃষ্ট হয়। ফলে অ্যালকিনে ইলেকট্রোফিলিক যুত বিক্রিয়া ঘটে। কিন্তু কার্বনাইল মূলকের কার্বনে আংশিক ধনাত্মক চার্জ (δ^+) সৃষ্টি হওয়ায় এতে নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া ঘটে।

৮.১৩ অ্যালডিহাইড কিটোনের ভৌত ধর্ম

Physical properties of aldehydes and ketones

(ক) অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড কিটোন-এর ভৌত ধর্ম :

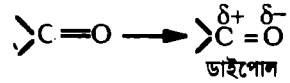
১। ভৌত অবস্থা, বর্ণ, গন্ধ : ফরম্যালডিহাইড সাধারণ তাপমাত্রায় একটি বর্ণহীন গ্যাস. ($T_b = -20^\circ\text{C}$)।

দ্বিতীয় সদস্য ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইডের স্ফুটনাঙ্ক হল 21°C । অবশিষ্ট নয়টি সদস্য (C_3 হতে C_{11}) বর্ণহীন তরল এবং উচ্চতর সদস্যগুলো বর্ণহীন কঠিন পদার্থ। অপরদিকে কিটোনের প্রথম নয়টি সদস্য (C_{11} পর্যন্ত) তরল এবং C_{12} থেকে উচ্চতর সদস্যগুলো কঠিন পদার্থ। নিম্নতর অ্যালডিহাইড সদস্যগুলো উগ্র গন্ধবিশিষ্ট, কিন্তু উচ্চতর সদস্য (C_8 হতে C_{13}) গুলো এবং কিটোনগুলোর সুমিষ্ট গন্ধ থাকায় সুগন্ধ বস্তুরূপে ব্যবহৃত হয়।

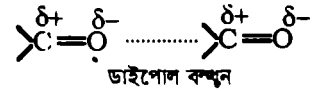
২। দ্রাব্যতা : অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয় শ্রেণীর প্রথম কয়েকটি সদস্য পানিতে ও অন্যান্য জৈব দ্রাবকে অধিক দ্রবণীয়। এর কারণ হল পোলার পানি অণুর সাথে অ্যালডিহাইড ও কিটোন (চারটি কার্বন পরমাণু পর্যন্ত) H-বন্ধন দ্বারা দ্রবীভূত হয়। অ্যালকাইল মূলকের আকার ও ভর বৃদ্ধির সাথে তাদের দ্রাব্যতা কমতে থাকে এবং উচ্চতর সদস্যগুলো পানিতে অদ্রবণীয়; তবে জৈব দ্রাবকে উচ্চতর সদস্য দ্রবণীয়।

৩। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক : অ্যালডিহাইড ও কিটোন অণুর কার্বনাইল মূলকের কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.5 থেকে বেশি [$O = 3.5$; $C = 2.5$] হওয়ায় কার্বনাইল মূলক পোলারিত হয়। ফলে

অ্যালডিহাইড ও কিটোন অণু পোলার অণু হয় এবং প্রতিটি অণুতে ডাইপোল সৃষ্টি হয়। এ ডাইপোলসমূহ তাদের বিপরীত প্রান্ত দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে এবং তাদের মধ্যে ডাইপোল বন্ধন সৃষ্টি করে।



তাই এ অণুগুলোকে পৃথক করতে হলে এ 'ডাইপোল বন্ধন' ভাঙতে হয়। এজন্য অ্যালিফেটিক কার্বনাইল যৌগের স্ফুটনাঙ্ক সমআণবিক ভর বিশিষ্ট অপোলার অ্যালকেন অপেক্ষা বেশি হয়। যেমন, প্রোপেন (C_3H_6 ,



আঃ ভর 44) এর স্ফুটনাঙ্ক -42°C এবং ইথান্যাল (C_2H_4O , আঃ ভর 44)-এর স্ফুটনাঙ্ক 21°C । অর্থাৎ ইথান্যালের স্ফুটনাঙ্ক সমভরবিশিষ্ট প্রোপেন থেকে বেশি।

একইভাবে অ্যালকোহলসমূহের স্ফুটনাঙ্ক সমআণবিক ভরবিশিষ্ট কার্বনাইল যৌগের চেয়ে বেশি হয়। কার্বনাইল যৌগের অণুতে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন সম্ভব হয় না। অপরদিকে অ্যালকোহল অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন সম্ভব। ফলে H-বন্ধন দ্বারা এসব অণু সংযোজিত অবস্থায় থাকতে পারে।

ডাইপোল-ডাইপোল বন্ধন শক্তির পরিমাণ H-বন্ধন শক্তির চেয়ে কম। তাই সমআণবিক ভরবিশিষ্ট অ্যালকোহলের তুলনায় কার্বনাইল যৌগের স্ফুটনাঙ্ক কম হয়। যেমন, ইথানল, C_2H_5-OH (আঃ ভর 46) এর স্ফুটনাঙ্ক 78.3°C অপেক্ষা ইথান্যাল, CH_3-CHO এর (আঃ ভর 44) স্ফুটনাঙ্ক 21°C অর্থাৎ অনেক কম। নিম্নের সারণিতে ব্যাখ্যাসহ তিন শ্রেণীর যৌগের স্ফুটনাঙ্কের তুলনা দেখানো হল।

সারণি ৮.১ : সমআণবিক ভরের কার্বনাইল যৌগ ও অন্যান্য যৌগের স্ফুটনাঙ্কের তুলনা

যৌগসমূহ	স্ফুটনাঙ্ক, $^\circ\text{C}$	পার্থক্যের কারণসমূহের ব্যাখ্যা
$CH_3-CH_2-CH_3$	-42	অপোলার অণু। তাই কেবল ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল আছে।
$CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-H$	21	পোলার অণু। কিন্তু O এর সাথে H-সংযুক্ত না থাকায় H-বন্ধন সম্ভব নয়।
CH_3CH_2O-H	78.3	পোলার অণু। কিন্তু O এর সাথে H-যুক্ত থাকায় অ্যালকোহলে H-বন্ধন সম্ভব।

৪। ঘনত্ব : আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে অ্যালডিহাইড ও কিটোনের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। কিন্তু পানির ঘনত্ব অপেক্ষা কম হয়।

(খ) অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড কিটোন-এর ভৌত ধর্ম :

১। বর্ণ ও গন্ধ : অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডসমূহের মধ্যে বেনজ্যালডিহাইড বর্ণহীন, গন্ধযুক্ত তরল পদার্থ। স্যালিসাইলঅ্যালডিহাইড বর্ণহীন, গন্ধযুক্ত, তৈল জাতীয় পদার্থ।

অ্যারোমেটিক কিটোনসমূহ সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত পদার্থ। অ্যাসিটোফেনোন তরল ($T_m = 20^\circ\text{C}$, $T_b = 202^\circ\text{C}$) এবং বেনজোফেনোন ক্রিস্টালিন পদার্থ ($T_m = 49^\circ\text{C}$)।

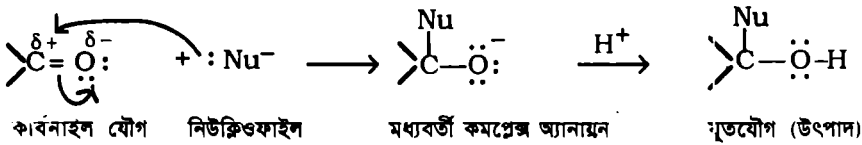
২। দ্রাব্যতা : বেনজ্যালডিহাইড পানির অণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করতে পারে বলে তা পানিতে সামান্য দ্রবণীয়। স্যালিসাইল অ্যালডিহাইড পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করতে পারে না বলে পানিতে অদ্রবণীয়। কিন্তু অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডসমূহ জৈব দ্রাবকে সম্পূর্ণভাবে দ্রবণীয়।

অ্যারোমেটিক কিটোন পানিতে অদ্রবণীয়; কিন্তু জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়।

৮.১৪ কার্বনাইল যৌগের রাসায়নিক ধর্ম Chemical Properties of carbonyl compounds

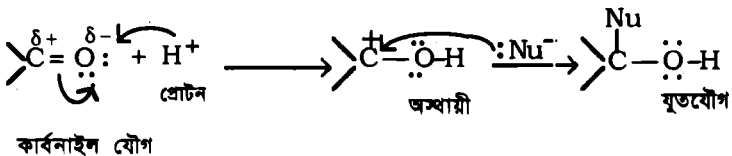
সক্রিয়তা : কার্বনাইল মূলকটি পোলার ($\text{>C}=\overset{\delta+}{\text{O}}^{\delta-}$) হওয়ায় কার্বনাইল যৌগ রাসায়নিকভাবে খুবই সক্রিয়। পোলারিত কার্বনাইল মূলকের ধনাত্মক কার্বন পরমাণুকে ইলেকট্রন সমৃদ্ধ বিকারক অর্থাৎ নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক আক্রমণ করে থাকে। তাই কার্বনাইল যৌগ কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়া দেয়।

(ক) নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী মূলকের আক্রমণ প্রক্রিয়া : কার্বনাইল মূলকের কার্বন পরমাণুতে সূঁচ আংশিক ধনাত্মক চার্জ নিউক্লিওফাইলকে আকর্ষণ করে। ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল, $:\text{Nu}^-$ (যেমন, CN^-) এর আগমনের সাথে π ইলেকট্রন কার্বন পরমাণু থেকে অক্সিজেন পরমাণুর দিকে বিকর্ষিত হয়। এরূপ বিক্রিয়াকালীন অবস্থায় অক্সিজেন পরমাণুটি ঋণাত্মক চার্জ যুক্ত হয় এবং কার্বন পরমাণুটি চারটি বন্ধন ইলেকট্রন-যুগল দ্বারা বেষ্টিত থাকে। এরূপ অবস্থাটিকে মধ্যবর্তী কমপ্লেক্স অ্যানায়ন বলা হয়। এ মধ্যবর্তী কমপ্লেক্স অ্যানায়ন ক্ষারকরূপে ক্রিয়া করে। শেষে এ কমপ্লেক্স অ্যানায়ন প্রোটন (H^+) এর সাথে যুক্ত হয়ে উৎপাদ গঠন করে।

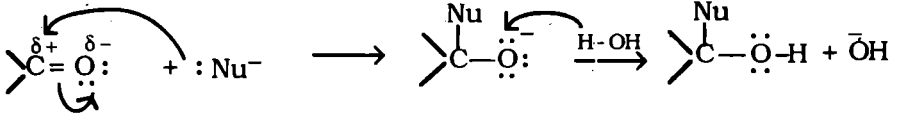
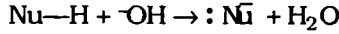


এই নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া (১) এসিড ও (২) ক্ষার দ্বারা প্রভাবিত হয়।

(১) এসিড প্রভাবিত নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া : এসিড প্রদত্ত প্রোটন (H^+) কার্বনাইল মূলক ($\text{>C}=\overset{\delta+}{\text{O}}$) এর অক্সিজেন পরমাণুতে যুক্ত হয়ে কার্বনাইল কার্বনে ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস করে অর্থাৎ ধনাত্মক চার্জ বৃদ্ধিতে সাহায্য করে এবং ধনাত্মক কার্বনে নিউক্লিওফাইলের আক্রমণের পথ প্রশস্ত করে। যেমন,



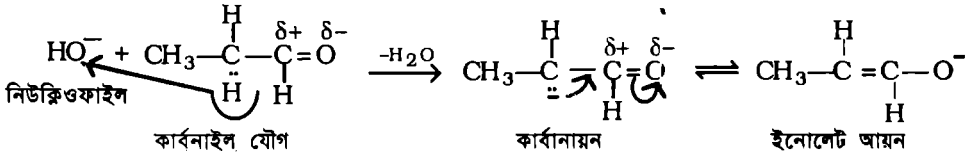
(২) ক্ষার প্রভাবিত নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া : ক্ষারের উপস্থিতিতে নিউক্লিওফাইল (:Nu⁻)-এর কনজুগেট এসিড (Nu-H) হতে নিউক্লিওফাইল (:Nu⁻) উৎপন্ন হয়ে কার্বনাইল কার্বনকে আক্রমণ করে। যেমন,



এসিড প্রভাবে কার্বনাইল কার্বনের ইলেকট্রোফিলিক চরিত্র বৃদ্ধি পায় এবং নিউক্লিওফাইলের আক্রমণকে সুগম করে। অপরদিকে ক্ষার প্রভাবে নিউক্লিওফাইলের ঘনত্ব বৃদ্ধি করে থাকে। উভয়ক্ষেত্রে উৎপন্ন যৌগ একই হয় এবং বিক্রিয়ার হার অধিক হয়ে থাকে।

(খ) কার্বনাইল যৌগের α কার্বনের H পরমাণুর অম্লধর্মিতা :

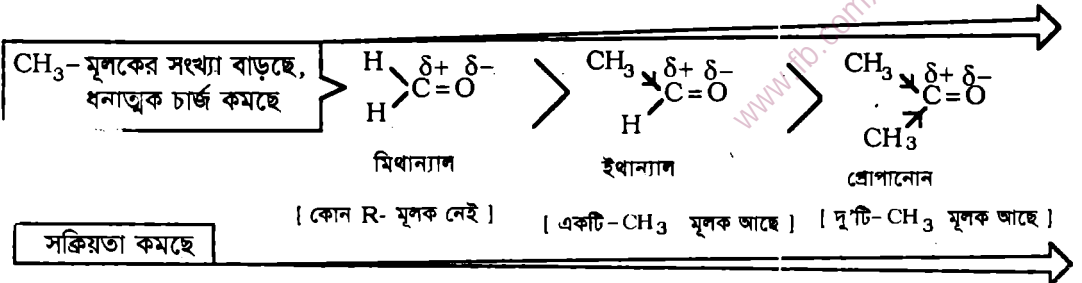
কার্বনাইল কার্বন ধনাত্মক বিদ্যুৎ চার্জ (δ+) যুক্ত হয়। তাই এর সঙ্গে যুক্ত কার্বন শিকলের α-কার্বন থেকে ইলেকটন নিজের দিকে টেনে নিতে চায়। এর ফলে α-কার্বনটিও এর সঙ্গে যুক্ত H-পরমাণু হতে ইলেকটন ঘনত্ব নিজের দিকে টেনে নেয়। ফলে α-কার্বন ও H-পরমাণুর মধ্যবর্তী সমযোজী বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ে। তাই সবল ক্ষার দ্রবণের উপস্থিতিতে ঐ H-পরমাণুটি এর বন্ধন ইলেকটন ত্যাগ করে প্রোটন (H⁺) রূপে বের হয়ে ক্ষারের -OH আয়নের সঙ্গে যুক্ত হয়ে পানির অণু (H₂O) গঠন করে। এর ফলে α-কার্বনে ঋণাত্মক বিদ্যুৎ চার্জ সৃষ্টি হয়ে কার্বানায়ন গঠন করে এবং অনুরণন-এর ফলে ইনোলেট আয়ন (enolate ion) রূপে অধিক স্থায়ী হয়। যেমন,



উৎপন্ন কার্বানায়ন একটি শক্তিশালী নিউক্লিওফাইল। তাই ঐ কার্বানায়ন অপর একটি কার্বনাইল মূলকের ধনাত্মক কার্বনকে আক্রমণ করে কার্বন-কার্বন নতুন বন্ধন সৃষ্টি করে। যেমন, অ্যাসিট্যালডিহাইড এরূপে অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়াটি দেয়।

(গ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সক্রিয়তা :

কার্বনাইল মূলক ($\text{>C}=\overset{\delta+}{\text{C}}=\overset{\delta-}{\text{O}}$) এর কার্বনের ধনাত্মক চার্জের পরিমাণের ওপর অ্যালডিহাইড-কিটোনের সক্রিয়তা নির্ভরশীল। ঐ কার্বনে কোন কারণে ধনাত্মক চার্জের মাত্রা কমে গেলে ঐ যৌগে সক্রিয়তাও কমে। অ্যালকাইল মূলক (-R) যেমন, -CH₃ মূলক-এর ধনাত্মক আবেশধর্মিতা আছে; তাই কার্বনাইল মূলক ($\text{>C}=\overset{\delta+}{\text{C}}=\overset{\delta-}{\text{O}}$) এর সাথে -CH₃, -C₂H₅ ইত্যাদি মূলক যুক্ত হলে তখন কার্বনাইল মূলকের সক্রিয়তা হ্রাস পায়। এজন্য মিথান্যাল অপেক্ষা ইথান্যাল এবং ইথান্যাল অপেক্ষা প্রোপানোন কম সক্রিয় হয়। অর্থাৎ অ্যালডিহাইড অপেক্ষা কিটোন কম সক্রিয় হয়।



সক্রিয়তা হ্রাসের কারণ হল দুটি। যেমন,

(ক) ইলেকট্রনীয় প্রভাব : অ্যালকাইল মূলক যেমন $-CH_3$ মূলক হল ধনাত্মক আবেশধর্মী অর্থাৎ ইলেকট্রন ঘনত্ব যোগানকারী। তাই $-CH_3$ মূলক কার্বনাইল কার্বনের ধনাত্মক চার্জ হ্রাস করে। ফলে নিউক্লিওফাইলের আক্রমণের ক্ষেত্র হ্রাস পায়। একে সংযুক্ত মূলকের ইলেকট্রনীয় প্রভাব (electronic effect) বলা হয়।

(খ) স্টেরিক বাধা : কার্বনাইল কার্বনে যুক্ত মূলকের আকার যত বড় হয়, নিউক্লিওফাইলের আক্রমণের পথ ততই সঙ্কুচিত হয়। এরূপ বড় মূলক দ্বারা কোন আক্রমণকারী মূলকের প্রতি ত্রিমাত্রিক স্থানিক বাধা সৃষ্টি করাকে স্টেরিক বাধা (steric hindrance) বলা হয়। মিথান্যালে কার্বনাইল মূলকে ২টি H পরমাণু থাকায় কোন $-CH_3$ মূলক নেই; ইথান্যালে ১টি $-CH_3$ মূলক থাকে; কিন্তু প্রোপানোনে ২টি $-CH_3$ মূলক যুক্ত থাকায় এতে স্টেরিক বাধা বেশি হয়।

উপরিউক্ত ইলেকট্রনীয় প্রভাব ও স্টেরিক বাধার কারণে নিউক্লিওফিলিক যুতবিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড অপেক্ষা কিটোন কম সক্রিয় হয়। কারণ, কিটোন অণুতে দুটি অ্যালকাইল গ্রুপ ও অ্যালডিহাইডে একটি অ্যালকাইল গ্রুপ থাকে। মিথান্যালে কোন অ্যালকাইল মূলক না থাকায় মিথান্যাল অ্যালডিহাইডের মধ্যে সবচেয়ে বেশি সক্রিয়। আবার ছোট অ্যালকাইল মূলক যুক্ত কিটোন অপেক্ষা বড় মূলক যুক্ত কিটোন কম সক্রিয় হয়।

৮.১৫ অ্যালডিহাইড কিটোনের রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণীবিভাগ Classification of reactions of aldehyde & ketone

বন্ধন প্রকৃতি ও গঠনের আলোচনা থেকে সুস্পষ্ট হয় যে, অ্যালডিহাইডসমূহ কিটোন থেকে অধিক সক্রিয়। নিম্নের গাঠনিক সংকেত থেকে অ্যালডিহাইড ও কিটোন অণুকে যথাক্রমে তিনটি ও দুটি অংশে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

অ্যালডিহাইডের অণুতে থাকে -

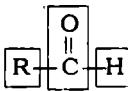
(১) একটি কার্বনাইল মূলক

(২) একটি হাইড্রোজেন

পরমাণু

(৩) একটি অ্যালকাইল মূলক

বা অ্যারাইল মূলক



(৩) (১) (২)

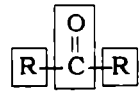
কিটোনের অণুতে থাকে -

(১) একটি কার্বনাইল মূলক

(২) দুটি অ্যালকাইল মূলক

বা একটি বা দুটি

অ্যারাইল মূলক



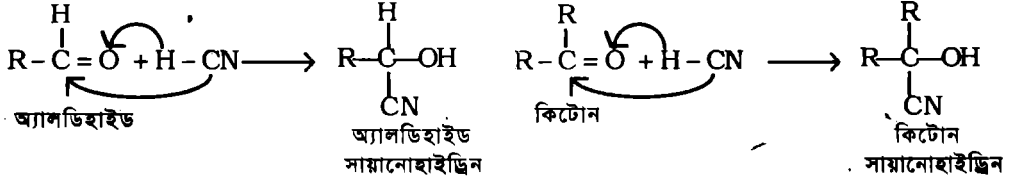
(২) (১) (২)

অ্যালডিহাইড কিটোনের রাসায়নিক বিক্রিয়াকে উপরিউক্ত মূলকভিত্তিক নিম্নোক্ত শ্রেণীতে আলোচনা করা হল :

- (১) কেন্দ্রাকর্ষী বা নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া : HCN , $NaHSO_3$, $RMgX$ ও NH_3 সহ বিক্রিয়া।
- (২) ঘনীভবন বিক্রিয়া : অ্যামোনিয়া জাতক ($G-NH_2$) সমূহ; যেমন, NH_2OH , NH_2-NH_2 ও $(NH_2-NH-C_6H_5)$ ইত্যাদিসহ বিক্রিয়া।
- (৩) $>C=O$ মূলকের জারণ বিক্রিয়া : তীব্র জারক ও মৃদু জারকসহ বিক্রিয়া।
- (৪) $>C=O$ মূলকের বিজারণ বিক্রিয়া : তীব্র বিজারক ও মৃদু বিজারকসহ বিক্রিয়া।
- (৫) হ্যালোফরম বিক্রিয়া : ক্ষার দ্রবণ ও হ্যালোজেনসহ বিক্রিয়া।
- (৬) ক্ষার দ্রবণসহ বিক্রিয়া : অ্যালডল ঘনীভবন ও ক্যানিজারো বিক্রিয়া।
- (৭) পলিমারকরণ বিক্রিয়া : যুত পলিমারকরণ বিক্রিয়া; যুত অপসারণ বিক্রিয়া।
- (৮) ক্লোরিনেশন বিক্রিয়া : কার্বনাইল মূলকে ও অ্যালকাইল মূলকে O_2 দ্বারা প্রতিস্থাপন।

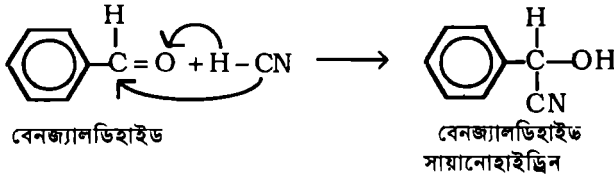
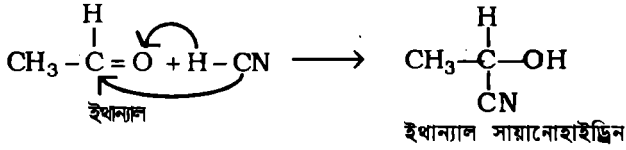
৮.১৫.১ কার্বনাইন মূলকের নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া Nucleophilic addition reactions of carbonyl group

১। হাইড্রোজেন সায়ানাইড (HCN) সংযোজন : সব অ্যালডিহাইড ও অধিকাংশ কিটোন হাইড্রোজেন সায়ানাইডের জলীয় দ্রবণের সঙ্গে 10 - 20° C তাপমাত্রায় যুত বিক্রিয়ায় সায়ানোহাইড্রিন নামক যুত যৌগ গঠন করে। HCN গ্যাস বিষাক্ত বলে, বিক্রিয়া ঘটানোর ফ্লাসকে সোডিয়াম সায়ানাইড (NaCN) ও লঘু H₂SO₄-এর মধ্যে বিক্রিয়া দ্বারা সরাসরি HCN প্রস্তুত করা হয়।

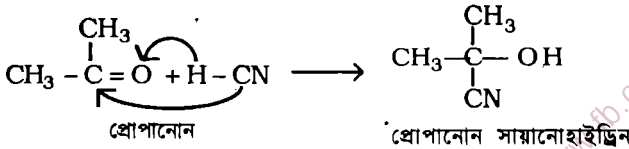


ক্ষারীয় মাধ্যমে উৎপন্ন অধিক সায়ানাইড আয়ন (CN⁻) এ প্রভাবে এ বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায়; কিন্তু এসিড মাধ্যমে যেমন, HCl-এর উপস্থিতিতে HCN এর আয়নীকরণ হ্রাস পায় বলে তখন বিক্রিয়ার গতিও হ্রাস পায়।

উদাহরণ : অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড ইথান্যাল ও অ্যারোমেটিক বেনজ্যালডিহাইড প্রত্যেকে হাইড্রোজেন সায়ানাইড (HCN) এর সাথে যুত বিক্রিয়ায় সায়ানোহাইড্রিন যুত যৌগ গঠন করে।

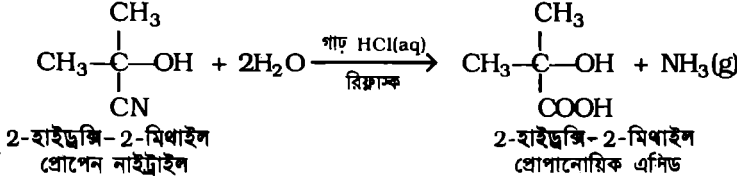


অনুরূপভাবে ডাইমিথাইল কিটোন বা প্রোপানোন হাইড্রোজেন সায়ানাইড (HCN)-এর সাথে যুত বিক্রিয়ায় প্রোপানোন সায়ানোহাইড্রিন যুত যৌগ উৎপন্ন করে।

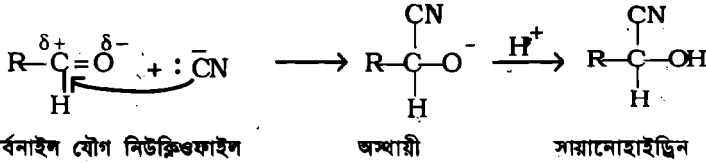
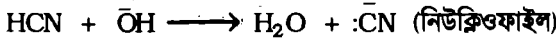


উল্লেখ্য অ্যারোমেটিক কিটোন যেমন, বেনজোফেনোন (C₆H₅-CO-C₆H₅)-এর স্টেরিক বাধা প্রদানের কারণে এর সাথে HCN বিক্রিয়া করে না। এক্ষেত্রে -CO- মূলকে দুটি বড় আকারের ফিনাইল মূলক (C₆H₅-) আছে।

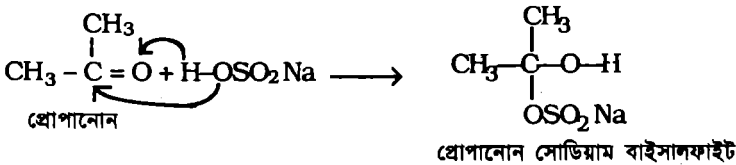
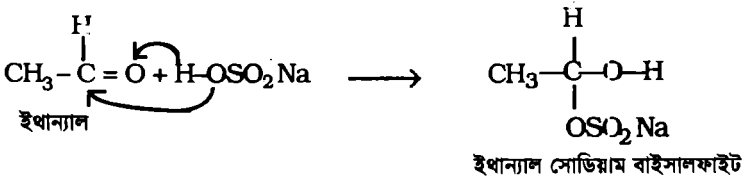
সায়ানোহাইড্রিনের ব্যবহার : অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সাথে HCN এর যুত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন সায়ানোহাইড্রিন হল হাইড্রক্সিনাইট্রাইল। নাইট্রাইল মূলক ($-C \equiv N$) গাড় HCl এসিডে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে α - (আল্ফা) হাইড্রক্সি কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে। যেমন, প্রোপানোন সায়ানোহাইড্রিন (বা 2- হাইড্রক্সি-2-মিথাইল প্রোপেন নাইট্রাইল) এর অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণে 2-হাইড্রক্সি-2- মিথাইল প্রোপানোয়িক এসিড উৎপন্ন হয়।



বিক্রিয়া কৌশল : দ্রবণে HCN থেকে উৎপন্ন ঋণাত্মক সায়ানাইড ($-\text{CN}$) আয়ন কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক অর্থাৎ নিউক্লিওফাইলরূপে ধনাত্মক কার্বনাইল কার্বনকে আক্রমণ করে এবং সাথে সাথে ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুতে প্রোটন (H^+) যুক্ত হয়ে সায়ানোহাইড্রিন গঠন করে। ক্ষার মাধ্যমে যেমন, NaOH দ্রবণে HCN-এর আয়নীকরণ সহজে ঘটে। যেমন,

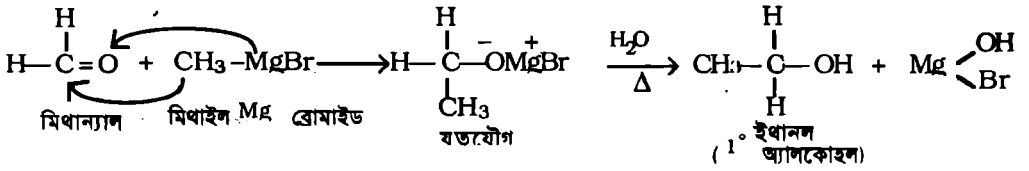


২। সোডিয়াম বাইসালফাইট (NaHSO_3) সংযোজন : কার্বনাইল যৌগ যেমন, ইথান্যাল ও প্রোপানোন সোডিয়াম বাইসালফাইটের সাথে যুত বিক্রিয়ায় ইথান্যাল সোডিয়াম বাইসালফাইট ও প্রোপানোন সোডিয়াম বাইসালফাইট নামক কেলাসাকার পদার্থ উৎপন্ন হয়।



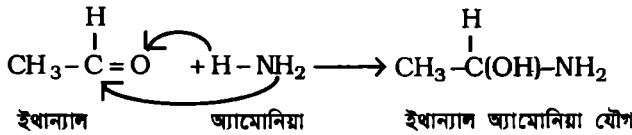
অ্যালডিহাইড ও কিটোনকে অন্য জৈব যৌগের মিশ্রণ থেকে পৃথক করতে এ বিক্রিয়া ব্যবহৃত হয়।

৩। গ্রিনার্ড বিকারক (R-MgX) সংযোজন : কার্বনাইল যৌগ যেমন, মিথান্যাল ($\text{H}-\text{CHO}$) এর সাথে মিথাইল-ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড (CH_3MgBr) এর যুত বিক্রিয়ায় কম স্থায়ী যুতযৌগ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন যুতযৌগকে পানি সহযোগে আর্দ্র-বিশ্লেষিত করলে ইথানল নামক প্রাইমারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



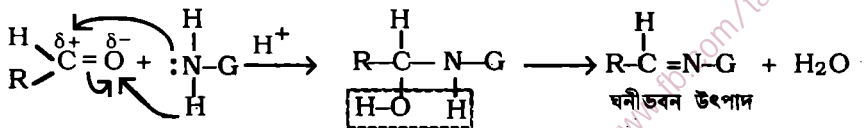
উল্লেখ্য মিথান্যাল ব্যতীত অন্যান্য অ্যালডিহাইডের সাথে এরূপ বিক্রিয়ায় সেকেন্ডারি অ্যালকোহল এবং কিটোনের সাথে বিক্রিয়ায় টারসিয়ারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। [সস্তম অধ্যায়ের ৭.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য]

৪। অ্যামোনিয়া (NH_3) সংযোজন : ফরমালিন (মিথান্যালের 40% জলীয় দ্রবণ) ব্যতীত অন্যান্য কার্বনাইল যৌগের সাথে অ্যামোনিয়া বিক্রিয়া করে দানাদার যুত যৌগ গঠন করে। যেমন, ইথান্যাল ও অ্যামোনিয়ার যুত বিক্রিয়ায় ইথান্যাল অ্যামোনিয়া যৌগ উৎপন্ন হয়।



৮.১৫.২ অ্যামোনিয়া জাতক ($\text{G}-\ddot{\text{N}}\text{H}_2$) সহ সংযোজন বিক্রিয়া যুত-অপসারণ বা ঘনীভবন বিক্রিয়া (Addition reaction with ammonia derivatives : addition elimination)



প্রাইমারি অ্যামিন মূলক ($-\ddot{\text{N}}\text{H}_2$) যুক্ত অ্যামোনিয়া-জাতক ($\text{H}_2\text{N}-\text{G}$) যেমন, হাইড্রক্সিল অ্যামিন (NH_2-OH), হাইড্রাজিন (NH_2-NH_2), ফিনাইল হাইড্রাজিন ($\text{NH}_2-\text{NH}.\text{C}_6\text{H}_5$) ও প্রতিস্থাপিত ফিনাইল হাইড্রাজিন যেমন, 2: 4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন প্রভৃতির অণুর নাইট্রোজেন পরমাণুতে একজোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন আছে। তাই এসব বিকারকের সাথে অ্যালডিহাইড ও কিটোন কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়ায় প্রথমে অস্থায়ী যুত যৌগ উৎপন্ন করে। পরে যুতযৌগ থেকে এক অণু পানি বিমুক্ত হয়ে কার্বন-নাইট্রোজেন দ্বিবন্ধন যুক্ত দানাদার হাইড্রাজোন যৌগ গঠন করে। অতএব পানি অপসারণ ঘটে বলে এসব বিক্রিয়াকে যুত অপসারণ (addition elimination) বিক্রিয়া এবং নতুনভাবে কার্বন-নাইট্রোজেন বন্ধন ঘটে বলে এসব বিক্রিয়াকে কনডেনসেশন বা ঘনীভবন (condensation) বিক্রিয়া বলে। যেমন,



অম্লীয় মাধ্যমে, অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড যেমন, বেনজ্যালডিহাইড অ্যামোনিয়া জাতকের সাথে যুত বিক্রিয়া দেয়। কিন্তু অ্যারোমেটিক কিটোন যেমন, বেনজোকেনোন স্টেরিক বাধা প্রদান করে বলে এ বিক্রিয়া দেয় না।

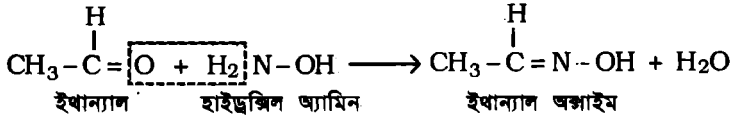
বিভিন্ন অ্যামোনিয়া জাতকের সাথে কার্বনাইল যৌগের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বিভিন্ন যৌগের নাম ও সংকেত মনে রাখার সুবিধার্থে নিচের সারণিতে তা দেওয়া হল।

সারণি-৮.২ : বিভিন্ন অ্যামোনিয়া জাতক ও তাদের সাথে কার্বনাইল যৌগের উৎপাদসমূহ

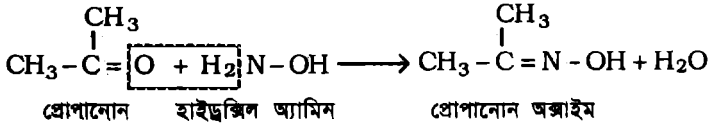
NH ₂ -G জাতক	জাতকের নাম	উৎপন্ন পদার্থের নাম	উৎপন্ন পদার্থের সংকেত
(১) NH ₂ -OH	(১) হাইড্রক্সিল অ্যামিন	(১) অক্সাইম	$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{C}=\text{N}-\text{H} \end{array}$
(২) NH ₂ -NH ₂	(২) হাইড্রাজিন	(২) হাইড্রাজোন	$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{C}=\text{N}-\text{NH}_2 \end{array}$
(৩) NH ₂ -NH- 	(৩) ফিনাইল হাইড্রাজিন	(৩) ফিনাইল হাইড্রাজোন	$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{C}=\text{N}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
(৪) 	(৪) 2:4 ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন	(৪) 2:4 ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজোন	$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{C}=\text{N}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 \end{array}$
(৫) NH ₂ -NHCONH ₂	(৫) সেমিকার্বাজাইড	(৫) সেমিকার্বাজোন	$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{C}=\text{N}-\text{NHCONH}_2 \end{array}$

১। হাইড্রক্সিল অ্যামিনসহ বিক্রিয়া : অ্যালডিহাইড ও কিটোন হাইড্রক্সিল অ্যামিনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় যথাক্রমে অ্যালডক্সাইম ও কিটোক্সাইম গঠন করে। অক্সাইমগুলো কেলাসিত বস্তু বলে কার্বনাইল যৌগ শনাক্তকরণে এ বিক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। যেমন,

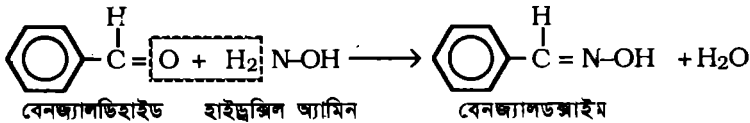
(ক) ইথান্যাল ও হাইড্রক্সিল অ্যামিনের সাথে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় পানি অণু অপসারিত হয়ে ইথান্যাল অক্সাইম ও পানি উৎপন্ন করে।



(খ) প্রোপানোনের সাথে হাইড্রক্সিল অ্যামিনের বিক্রিয়ায় প্রোপানোন অক্সাইম ও পানি গঠিত হয়।

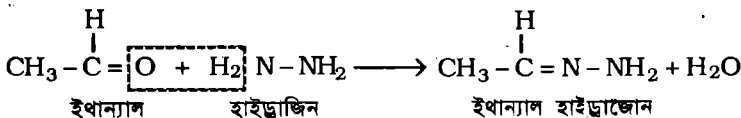


(গ) অনুরূপভাবে বেনজ্যালডিহাইড ও হাইড্রক্সিল অ্যামিনের বিক্রিয়ায় বেনজ্যালডক্সাইম ও পানি উৎপন্ন হয়। কিন্তু অ্যারোমেটিক কিটোন এ বিক্রিয়া দেয় না।

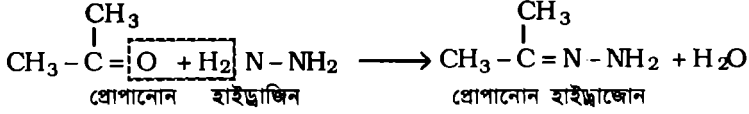


২। হাইড্রাজিনসহ বিক্রিয়া : অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড ও কিটোন হাইড্রাজিনের সঙ্গে ঘনীভবন বিক্রিয়া করে হাইড্রাজোন ও পানি গঠন করে। যেমন,

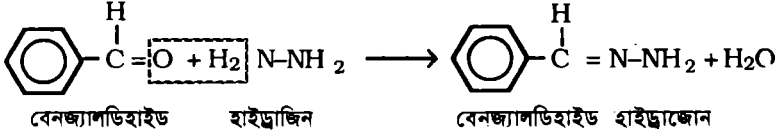
(ক) ইথান্যাল ও হাইড্রাজিনের ঘনীভবন ও পানি অপসারণ বিক্রিয়ায় ইথান্যাল হাইড্রাজোন ও পানি উৎপন্ন করে।



(খ) অনুরূপভাবে প্রোপানোন ও হাইড্রাজিনের ঘনীভবন বিক্রিয়ায় প্রোপানোন হাইড্রাজোন ও পানি উৎপন্ন হয়।

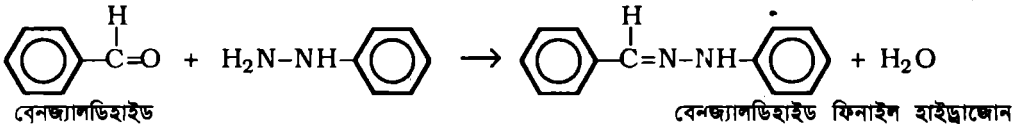
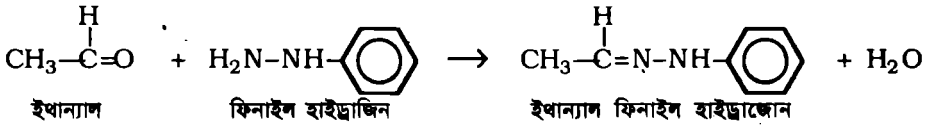


(গ) অনুরূপভাবে, অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড যেমন, বেনজ্যালডিহাইড হাইড্রাজিনের সাথে যুত বিক্রিয়া করে বেনজ্যালডিহাইড হাইড্রাজোন ও পানি গঠন করে।

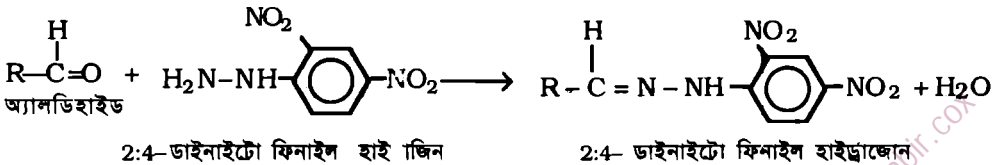


কিন্তু অ্যারোমেটিক কিটোন যেমন, বেনজোফেনোন এ বিক্রিয়া দেয় না।

৩। ফিনাইল হাইড্রাজিনসহ বিক্রিয়া : অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড যেমন, ইথান্যাল ও অ্যারোমেটিক বেনজ্যালডিহাইড প্রত্যেকে ফিনাইল হাইড্রাজিনের সাথে যুত বিক্রিয়ায় ফিনাইল হাইড্রাজোন যুত যৌগ ও পানি উৎপন্ন করে।



৪। ২ : ৪-DNP সহ বিক্রিয়া : প্রতিস্থাপিত ফিনাইল হাইড্রাজিন যেমন, ২ : ৪-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন (২ : ৪-DNP) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ২ : ৪ -ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজোন ও পানি গঠন করে।



বিশেষ দৃষ্টব্য : ফিনাইল হাইড্রাজিন অপেক্ষা প্রতিস্থাপিত ফিনাইল হাইড্রাজিন উত্তম কেসাস উৎপন্ন করে বলে অ্যালডিহাইড ও কিটোন শনাক্তকরণে মিথান্যাল দ্রবীভূত ২ : ৪- ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন, অর্থাৎ ২ : ৪ - DNP (Brady's reagent) বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। উৎপন্ন ২ : ৪-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজোনকে লঘু HCl সহ ফুটালে এর আর্দ্র বিশ্লেষণে পুনরায় কার্বনাইল যৌগ উৎপন্ন হয়। অ্যালিফেটিক কার্বনাইল উচ্চতক হাল্কা হলুদ বা কমলা বর্ণের এবং অ্যারোমেটিক উচ্চতক গাঢ় বর্ণের হয়। এজন্য কার্বনাইল যৌগ বিশুদ্ধকরণে ও এদের পৃথকীকরণে এটি বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়।

৫। সেমি কার্বাজাইডসহ বিক্রিয়া : অ্যালডিহাইড ও কিটোন প্রত্যেকে সেমি কার্বাজাইডের সাথে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় সেমিকার্বাজোন গঠন করে। ইথান্যাল ও সেমি কার্বাজাইডের বিক্রিয়ায় ইথান্যাল সেমিকার্বাজোন ও পানি উৎপন্ন করে।

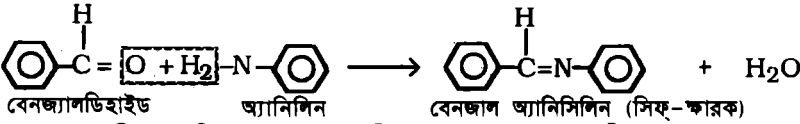
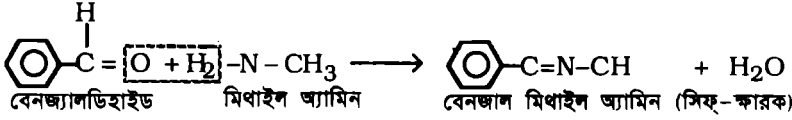


ইথান্যাল

সেমিকার্বাজোন

ইথান্যাল সেমিকার্বাজোন

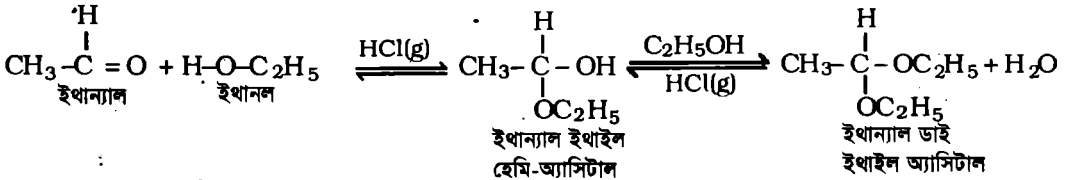
৬। প্রাইমারি অ্যামিনসহ বিক্রিয়া : সিম্-স্কারক গঠন : বেনজ্যালডিহাইড প্রাইমারি অ্যালিফেটিক অ্যামিন বা অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়ায় এক অণু পানি অপসারিত হয়ে যে সুস্থিত কার্বন-নাইট্রোজেন দ্বিবন্ধন যুক্ত যৌগ উৎপন্ন হয়, তাকে সিম্ স্কারক (Schiff's base) বলে।



আবার অ্যারোমেটিক অ্যামিন থেকে উৎপন্ন সিম্-স্কারকসমূহকে অ্যানিল (anils)-ও বলা হয়। যেমন বেনজাল অ্যানিলিন হল একটি অ্যানিল যৌগ। উল্লেখ্য অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়া করে না বা এরূপ সিম্ স্কারক তৈরি করে না।

৭। অ্যালকোহলসহ ঘনীভবন বিক্রিয়া : অ্যাসিটাল ও কিটাল গঠন (Acetal/ketal formation)

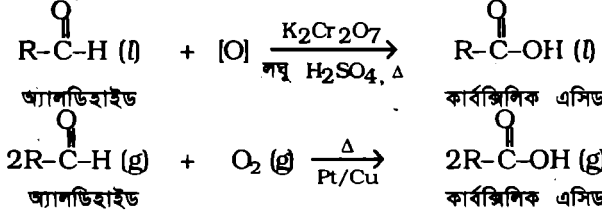
অনার্দ্র HCl গ্যাসের উপস্থিতিতে অ্যালডিহাইডের সাথে পর পর দুই অণু অ্যালকোহল বিক্রিয়া করে যথাক্রমে হেমি-অ্যাসিটাল (অস্থায়ী) ও সুস্থিত অ্যাসিটাল গঠন করে। কিটোনের সাথে এরূপ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগকে কিটাল বলে। যেমন,



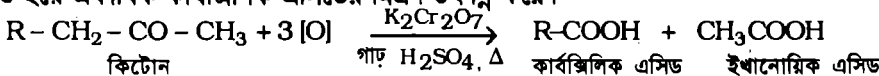
৮.১৫.৩ কার্বনাইল যৌগের জারণ বিক্রিয়া : বিভিন্ন জারকসহ

Oxidation reactions of carbonyl compounds : By different oxidising agents

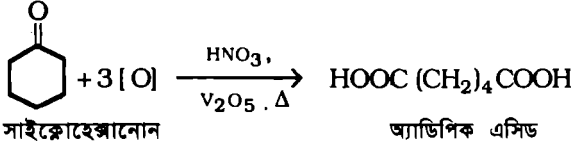
অম্ল মিশ্রিত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট (VI) অথবা অম্ল মিশ্রিত পটাশিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VII) দ্বারা অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড সহজে জারিত হয়ে কার্বক্সিলিক এসিডে পরিণত হয়। অথবা উত্তমত Pt/Cu প্রভাবকসহ বায়ু দ্বারা অথবা উত্তমত সিলভার অক্সাইড দ্বারা অ্যালডিহাইডের বাষ্প জারিত হয়ে কার্বক্সিলিক এসিডে পরিণত হয়।



অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডসমূহ [যেমন, বেনজ্যালডিহাইড] অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইডের মত সহজে জারিত হয় না। কিটোনসমূহকে জারিত করা আরো কষ্টকর। উত্তমত অবস্থায় এসিড মিশ্রিত সর্বাঙ্গ জারক দ্বারা কিটোন জারিত হয়ে একাধিক কার্বক্সিলিক এসিডের মিশ্রণ উৎপন্ন করে।

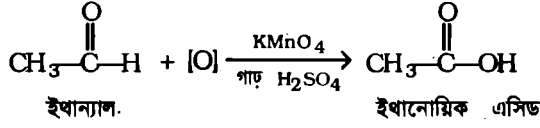


কিন্তু সাইক্লোহেক্সানোনকে তন্ত HNO₃ বাষ্প ও V₂O₅ সহযোগে জারিত করলে অ্যাডিপিক এসিড উৎপন্ন হয়।

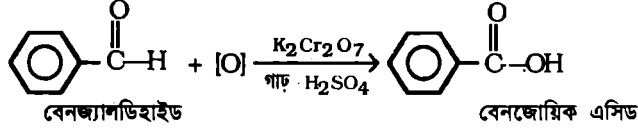


তীব্র জারক দ্বারা কার্বনাইল যৌগের জারণ :

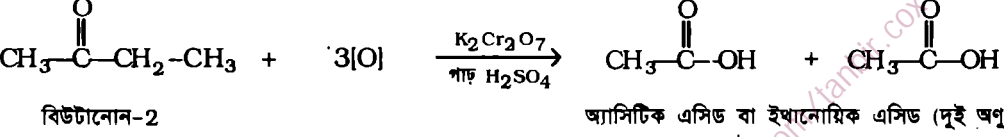
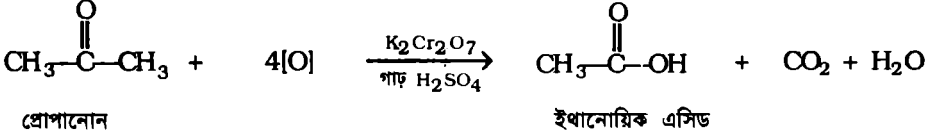
১। তীব্র জারক যেমন, গাঢ় H₂SO₄ মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট (VI) অথবা পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (VII) দ্বারা ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইডকে জারিত করলে ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড উৎপন্ন হয়।



অপরদিকে বেনজ্যালডিহাইডকে গাঢ় H₂SO₄ মিশ্রিত K₂Cr₂O₇ দ্বারা জারিত করলে বেনজোয়িক এসিড উৎপন্ন হয়।



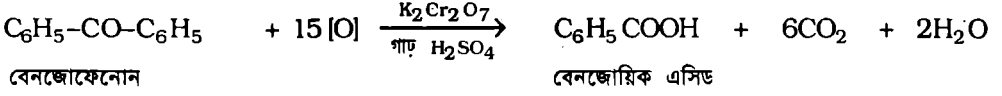
২। অধিক শক্তিশালী জারক যেমন, এসিড মিশ্রিত KMnO₄ অথবা উত্তম্ত ক্রোমিক এসিড (গাঢ় H₂SO₄ + K₂Cr₂O₇) সহ কিটোনকে জারিত করলে কিটোনের চেয়ে কম কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন হয়। যেমন, প্রোপানোনকে উত্তম্ত ক্রোমিক এসিড অর্থাৎ গাঢ় H₂SO₄ মিশ্রিত K₂Cr₂O₇ দ্বারা জারিত হয়ে ইথানোয়িক এসিড, CO₂ ও পানি উৎপন্ন করে। বিউটানোন-২ উত্তম্ত ক্রোমিক এসিড দ্বারা জারিত হয়ে দুই অণু অ্যাসিটিক এসিড উৎপন্ন করে।



সুতরাং কিটোনের জারণের ফলে কার্বন-কার্বন একক বন্ধন (C-C) ভেঙে গিয়ে ও জারিত হয়ে কার্বক্সিল (-COOH) মূলকে পরিণত হয়। কিটোনের কার্বন-কার্বন বন্ধন ভাঙন নিম্নরূপে দুই নিয়মে ঘটে।

(১)-CO- মূলকের দুই পার্শ্বের দুই কার্বনের যেটিতে অপেক্ষাকৃত কম H পরমাণু থাকে, সে কার্বনের বন্ধনটি জারণ কালে ভেঙে যায়। (২) উভয় কার্বনে H পরমাণুর সংখ্যা সমান হলে অপেক্ষাকৃত ছোট অ্যালকাইল মূলকটির সঙ্গে -CO- মূলক যুক্ত থেকে বড় অ্যালকাইল মূলকটির কার্বন বন্ধনের ভাঙন হয়ে থাকে। যেমন, উপরের বিউটানোন-২ এর জারণ থেকে তা বোঝা যায়।

৩। **অ্যারোমেটিক কিটোন** যেমন, **বেনজোফেনোন**কে **সবল জারক** যেমন, **ক্রোমিক এসিড** দ্বারা **জারিত** করলে **বেনজোয়িক এসিড**, CO_2 ও **পানি** উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে একটি **বেনজিন** বলয় **সম্পূর্ণরূপে** জারিত হয়ে CO_2 গ্যাসে পরিণত হয়।

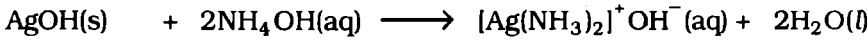
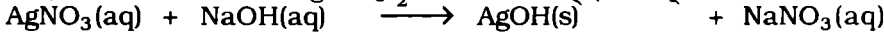


মৃদু জারক দ্বারা অ্যালডিহাইডের জারণ :

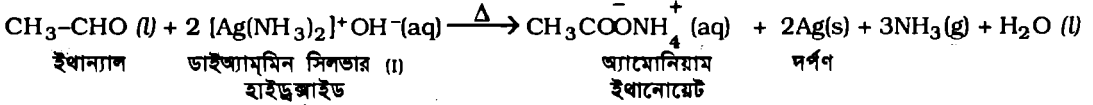
অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্য : অ্যালডিহাইডসমূহ **কতিপয় মৃদু জারক** যেমন, **টলেন বিকারক** ও **ফেলিং** দ্রবণ দ্বারা **জারিত** হয়ে উৎপন্ন এসিডের **লবণে** পরিণত হয়। কিন্তু **কিটোনসমূহ** এসব **মৃদু জারক** দ্বারা **জারিত** হয় না। তাই এ দুটি **বিকারক** দ্বারা **অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্য** করা যায়।

১। **টলেন বিকারকসহ বিক্রিয়া (Reaction with Tollen's reagent) :**

টলেন বিকারকের পরিচয় : সমআয়তনের 10% সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ও 10% NaOH দ্রবণ মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণ যোগ করে এ অধঃক্ষেপকে **দ্রবীভূত** করলে **বর্ণহীন** দ্রবণ উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়া দ্রবণ মিশ্রিত সিলভার নাইট্রেটের এ **বর্ণহীন** দ্রবণকে **টলেন বিকারক** বলে। এতে **জটিল** ডাই অ্যামিন সিলভার (I) আয়ন $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ থাকে। এটি **মৃদু জারক**রূপে কাজ করে।



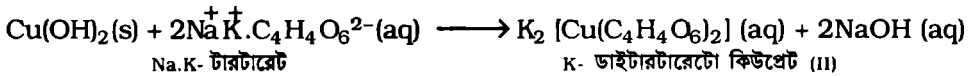
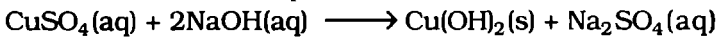
টলেন বিকারকসহ পরীক্ষা : যে কোন **অ্যালডিহাইড** যেমন, **ইথান্যালকে** **টলেন বিকারকসহ** একটি **টেস্টটিউবে** **উত্তপ্ত** করলে **টলেন বিকারকের জটিল সিলভার (I) আয়ন** **বিজারিত** হয়ে **কাচের গায়ে** **চকচকে সিলভারের প্রলেপ** বা **দর্পণ** সৃষ্টি করে। **ইথান্যাল** **জারিত** হয়ে **অ্যামোনিয়াম ইথানোয়েট** **লবণের** **দ্রবণ** উৎপন্ন করে।



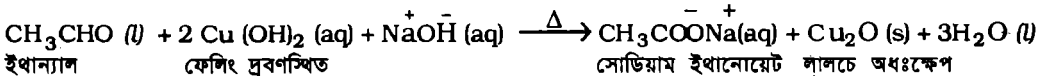
অ্যালডিহাইডসমূহ **টলেন বিকারককে** **বিজারিত** করে **সিলভার দর্পণ** তৈরি করলেও **কিটোনসমূহ** এ **বিক্রিয়া** দেয় না।

২। **ফেলিং দ্রবণসহ বিক্রিয়া (Reaction with Fehling's solution) :**

ফেলিং দ্রবণের পরিচয় : **ফেলিং দ্রবণ** হল **কপার সালফেট** এবং **সোডিয়াম হাইড্রজাইড** মিশ্রিত **সোডিয়াম পটাশিয়াম টারটারেট** বা **রোচিগি লবণ** এর **সমআয়তন** **দ্রবণের** **মিশ্রণ**। **ফেলিং দ্রবণ** নামক এ **মিশ্র দ্রবণটি** **গাঢ় নীল** **বর্ণের** হয়। **ফেলিং দ্রবণে** **টারটারেট আয়ন** **জটিল ডাইটারটারেটো কিউপ্রেট (II) আয়ন**রূপে থাকে। **জটিল আয়ন**রূপে **অধিকাংশ** **কপার (II) হাইড্রজাইড** **দ্রবণীয়** হয়। **দ্রবণস্থিত** **অবশিষ্ট** **কপার (II) আয়ন** (Cu^{2+}) **জারক**রূপে **কাজ** করে।



ফেলিং দ্রবণসহ পরীক্ষা : **অ্যালডিহাইডের** **বিজারণ** **ধর্ম** আছে। তাই যে কোন **অ্যালডিহাইড** যেমন, **ইথান্যালকে** **ফেলিং দ্রবণসহ** **উত্তপ্ত** করলে **ফেলিং দ্রবণ** **বিজারিত** হয়ে **কপার (I) অক্সাইড** (Cu_2O) এর **লালচে** **বর্ণের** **অধঃক্ষেপ** সৃষ্টি করে। **ইথান্যাল** **জারিত** হয়ে **সোডিয়াম ইথানোয়েটের** **দ্রবণ** উৎপন্ন করে।

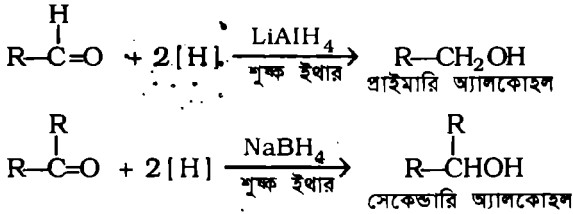


অ্যালডিহাইডসমূহ **ফেলিং দ্রবণকে** **বিজারিত** করে **লালচে** **অধঃক্ষেপ** তৈরি করে। **কিটোনসমূহ** এ **বিক্রিয়া** দেয় না।

৮.১৫.৪ কার্বনাইল যৌগের বিজারণ বিক্রিয়া : বিভিন্ন বিজারকসহ
Reduction reactions of carbonyl compounds : By different reducing agents

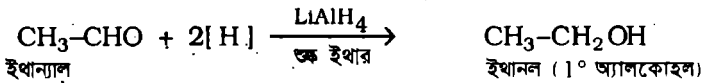
কার্বনাইল যৌগকে মৃদু বিজারণে অ্যালকোহলে এবং তীব্র বিজারণে হাইড্রোকার্বনে পরিণত করা যায়।

মৃদু বিজারণ দ্বারা কার্বনাইল যৌগকে অ্যালকোহলে রূপান্তর : পরীক্ষাগারে মৃদু বিজারকরূপে (১) ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড বা লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট (LiAlH₄), (২) পানিতে দ্রবীভূত সোডিয়াম বোরো হাইড্রাইড বা সোডিয়াম টেট্রো হাইড্রিডো বোরোটে (NaBH₄) অথবা, (৩) সোডিয়াম অ্যামালগাম ও পানির মিশ্রণ দ্বারা অ্যালডিহাইডকে বিজারিত করলে প্রাইমারি অ্যালকোহল এবং কিটোনকে বিজারিত করলে সেকেন্ডারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন,

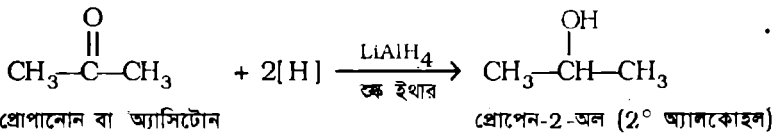


শিল্পক্ষেত্রে এ বিজারণ ধাতব প্রভাবক Ni, Pt অথবা Pd প্রভৃতির উপস্থিতিতে H₂ দ্বারা করা হয়।

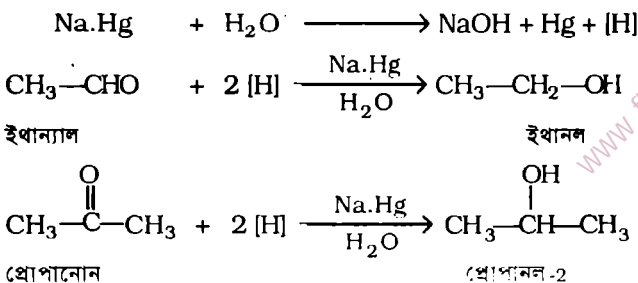
১। বিজারক LiAlH₄ সহ বিক্রিয়া : (ক) শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা ইথান্যালকে বিজারিত করলে ইথানল বা ইথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



(খ) প্রোপানোন বা অ্যাসিটোনকে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করলে প্রোপেন-২-অল বা আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



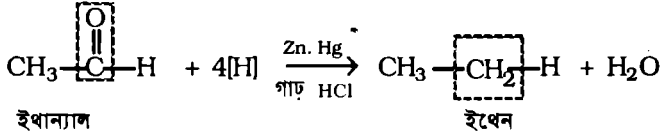
২। বিজারক সোডিয়াম অ্যামালগাম ও পানিসহ বিক্রিয়া : সোডিয়াম অ্যামালগাম ও পানির মিশ্রণ থেকে উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা ইথান্যাল বিজারিত হয়ে ইথানল এবং প্রোপানোন বিজারিত হয়ে প্রোপানল -২ উৎপন্ন করে।



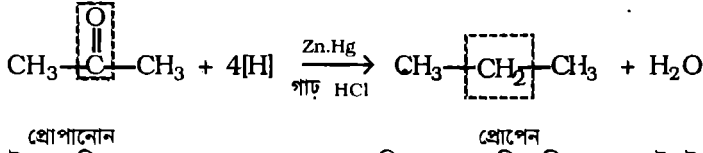
তীব্র বিজারণ দ্বারা কার্বনাইল যৌগকে হাইড্রোকার্বনে রূপান্তর :

৩। ক্লিমেনসেন (Clemmensen) বিজারণ : কার্বনাইল যৌগ যেমন, অ্যাসিট্যালডিহাইড ও অ্যাসিটোনকে জিংক অ্যামালগাম (Zn.Hg) ও গাঢ় HCl সহযোগে বিজারিত করলে কার্বনাইল মূলকটি (>C=O) সরাসরি বিজারিত হয়ে মিথিলিন মূলক ($-\text{CH}_2-$) এ পরিণত হয়ে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন করে। এ বিজারণ প্রক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নামানুসারে ক্লিমেনসেন বিজারণ বলে। যেমন,

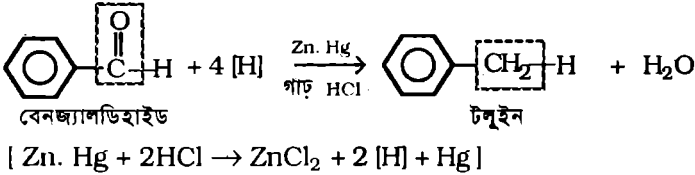
(ক) ইথান্যালকে জিংক অ্যামালগাম ও গাঢ় HCl দ্বারা বিজারিত করলে ইথেন উৎপন্ন হয়।



(খ) প্রোপানোনকে জিংক অ্যামালগাম ও গাঢ় HCl দ্বারা বিজারিত করলে প্রোপেন উৎপন্ন হয়।

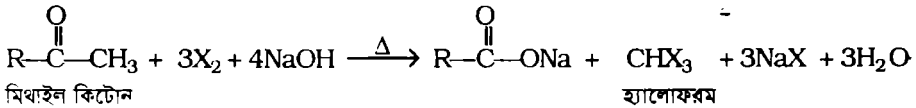


(গ) বেনজ্যালডিহাইডকে জিংক অ্যামালগাম ও গাঢ় HCl মিশ্রণ দ্বারা বিজারিত করলে টলুইন উৎপন্ন হয়।



৮.১৫.৫ অ্যালকালি ও হ্যালোজেনসহ হ্যালোফরম বিক্রিয়া Haloform reaction : with alkali and halogens

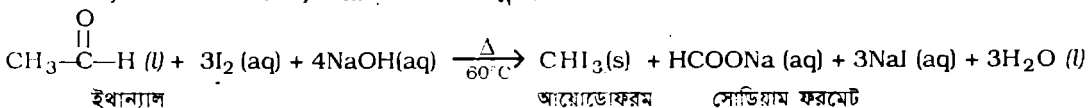
মিথাইল কার্বনাইল যৌগকে হ্যালোজেন (Cl₂, Br₂, I₂) ও গাঢ় NaOH সহ উত্তপ্ত করলে কার্বনাইল যৌগটি জারিত হয়ে কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণে পরিণত হয়। এসিডের অণুতে কার্বনাইল যৌগ থেকে একটি কার্বন পরমাণু কম থাকে। সে কার্বন পরমাণুটি ট্রাইহ্যালো মিথেন বা হ্যালোফরমে পরিণত হয়। এরূপ বিক্রিয়াকে হ্যালোফরম বিক্রিয়া বলে। যেমন,



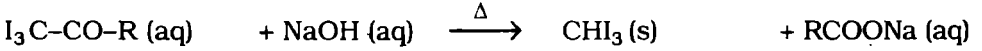
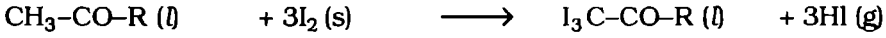
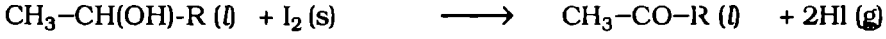
(এখানে X₂ = Cl₂, Br₂ বা, I₂ এবং R = H, CH₃-, C₂H₅- ইত্যাদি মূলক) :

উদাহরণ : ইথান্যালকে গাঢ় NaOH দ্রবণ ও আয়োডিনসহ 60°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে হলুদ বর্ণের

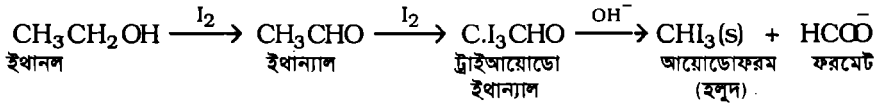
অয়োডোফরম, সোডিয়াম ফরমেট, NaI ও পানি উৎপন্ন হয়।



হ্যালোফরম বিক্রিয়ার শর্ত : (১) হ্যালোফরম বিক্রিয়াটি হল $\text{CH}_3\text{-CO-}$ মূলক বিশিষ্ট কার্বনাইল যৌগের সুনির্দিষ্ট পরীক্ষা। এছাড়া যে সব যৌগ হ্যালোজেন দ্বারা জারণের পর $\text{CH}_3\text{-CO-}$ মূলক যুক্ত হয়; যেমন, ইথানল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), অ্যালকানল-২ [$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{-R}$] ইত্যাদি হ্যালোফরম বিক্রিয়া দিয়ে থাকে। (২) গাঢ় NaOH অথবা KOH অথবা $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ক্ষার দ্রবণ ও হ্যালোজেন প্রয়োজন হয়। (৩) বিক্রিয়াটি 60°C তাপমাত্রায় সহজে ঘটে। অ্যালকানল-২ এর সঙ্গে আয়োডিন ও NaOH মিশ্রণকে গরম করলে হলুদ বর্ণের আয়োডোফরম (CHI_3) উৎপন্ন হয়। যেমন,



প্রয়োগ : মিথাইল কার্বনাইল যৌগ, ইথানল, প্রোপেন-২-অল, অ্যালকানল-২ ইত্যাদি যৌগের উপস্থিতি শনাক্তকরণের জন্য আয়োডোফরম বিক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। যেমন, আয়োডোফরম বিক্রিয়ার সাহায্যে ইথানল বা প্রোপেন-২-অল ও অন্যান্য অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করা যায়। ইথানল হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু মিথানল হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয় না।



৮.১৫.৬ ক্ষার দ্রবণসহ কার্বনাইল যৌগের বিক্রিয়া Reactions of carbonyl compounds with alkali

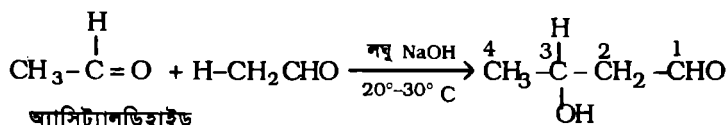
ঘনীভবন বিক্রিয়া : অ্যালডিহাইড ও কিটোনের আলফা α -হাইড্রোজেন অল্পধর্মী ও সক্রিয় হয়। তাই লঘু ক্ষার দ্রবণে ঐ α -হাইড্রোজেন প্রোটনরূপে বিমুক্ত হয়ে ঋণাত্মক কার্বানায়ন সৃষ্টির মাধ্যমে দ্বিতীয় অ্যালডিহাইড বা কিটোন অণুর আংশিক ধনাত্মক কার্বনাইল কার্বনের সাথে কার্বন-কার্বন নতুন বন্ধন গঠন করে, এরূপ বিক্রিয়াকে ঘনীভবন বিক্রিয়া বা কনডেনসেশন বলে। যেমন, অ্যালডল ঘনীভবন এ শ্রেণীর একটি বিক্রিয়া।

আবার যে সব অ্যালডিহাইডের α -কার্বন পরমাণুতে (অর্থাৎ— CHO মূলকযুক্ত কার্বনে) কোন H- পরমাণু থাকে না; ঐসব অ্যালডিহাইড ঘনীভবন বিক্রিয়া দেয় না। বরঞ্চ এ সব α -হাইড্রোজেনবিহীন দু' অণু অ্যালডিহাইড গাঢ় ক্ষার দ্রবণে যুগপৎ জারিত ও বিজারিত হয়ে অর্থাৎ অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া দ্বারা যথাক্রমে কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যালকোহলে পরিণত হয়। এরূপ বিক্রিয়ার উদাহরণ হল ক্যানিজারো বিক্রিয়া।

১। অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া (Aldol condensation reaction) :

লঘু ক্ষারের প্রভাবে α -হাইড্রোজেন যুক্ত দুই অণু অ্যালডিহাইড বা কিটোন ডাইমার গঠন বিক্রিয়া দ্বারা বিটা (β)-হাইড্রক্সি অ্যালডিহাইড বা β -হাইড্রক্সি কিটোন গঠন করে। এ বিক্রিয়াকে অ্যালডল ঘনীভবন বলে। এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগে প্রথমত কার্বন-কার্বন নতুন বন্ধন সৃষ্টি এবং দ্বিতীয়ত উৎপন্ন যৌগে অ্যালডিহাইড ($-\text{CHO}$) মূলক ও অ্যালকোহল ($-\text{OH}$) মূলক উভয়ই বর্তমান থাকে। যেমন,

লঘু NaOH দ্রবণের প্রভাবে দুই অণু অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল পরস্পরের মধ্যে ডাইমার গঠন বিক্রিয়া কালে নতুন কার্বন-কার্বন বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে যুক্ত হয়ে অ্যালডল বা ৩-হাইড্রক্সি বিউটান্যাল উৎপন্ন করে।

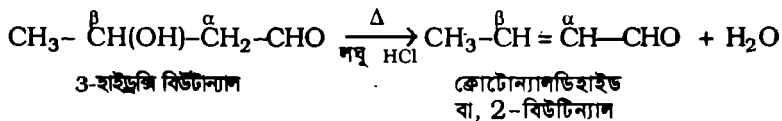


অ্যাসিট্যালডিহাইড

অ্যালডল বা ৩-হাইড্রক্সি বিউটান্যাল

‘অ্যালডল’ শব্দটি অ্যালডিহাইডের ‘অ্যাল্ড’ (Ald) এবং অ্যালকোহলের ‘অল’ (Ol) শব্দের সমন্বয়ে (অ্যালড্ + অল) গঠিত। ‘অ্যালডল’ নামকরণ β-হাইড্রক্সি অ্যালডিহাইড বা β-হাইড্রক্সি কিটোন-এর জন্য করা হয়।

অ্যালডলকে লঘু HCl এর উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে এক অণু পানি অপসারণের ফলে α-β অসম্পৃক্ত অ্যালডিহাইড বা কিটোন উৎপন্ন হয়। যেমন, ৩-হাইড্রক্সি বিউটান্যাল নামক অ্যালডলকে লঘু HCl সহ উত্তপ্ত করলে তা থেকে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে ক্রোটোন্যালডিহাইড নামক অসম্পৃক্ত অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়।



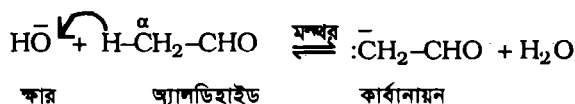
৩-হাইড্রক্সি বিউটান্যাল

ক্রোটোন্যালডিহাইড
বা, ২-বিউটিন্যাল

বিঃ দ্র : যে সব অ্যালডিহাইড বা কিটোনে α-হাইড্রোজেন নেই, সে সব অ্যালডিহাইড ও কিটোন অ্যালডল বিক্রিয়া দেয় না। যেমন, ফরম্যালডিহাইড (H-CHO), টাইমিথাইল অ্যাসিট্যালডিহাইড। [(CH₃)₃C-CHO] বেনজ্যালডিহাইড বা অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডসমূহ এককভাবে কোন অ্যালডল বিক্রিয়া দেয় না। বেনজ্যালডিহাইডের সঙ্গে অ্যাসিট্যালডিহাইড মিলে কিন্তু অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া দিতে পারে। একে ক্রস অ্যালডল ঘনীভবন (Cross aldol condensation) বলে। তখন ৩-ফিনাইল-৩-হাইড্রক্সি প্রোপান্যাল গঠিত হয়।

অ্যালডল বিক্রিয়ার মেকানিজম : ফারের উপস্থিতিতে অ্যালডল ঘনীভবন নিম্নরূপে তিন ধাপে ঘটে। যেমন,

প্রথম ধাপ : লঘু NaOH এর উপস্থিতিতে অ্যালডিহাইড বা কিটোন থেকে একটি আলফা হাইড্রোজেন পরমাণু ফারের OH⁻ আয়ন দ্বারা অপসারিত হয় ও কার্বানায়ন গঠন করে।

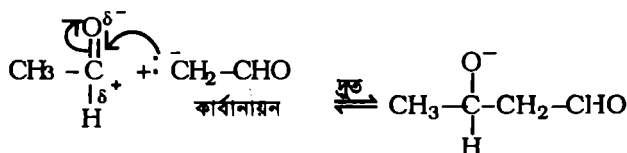


ফার

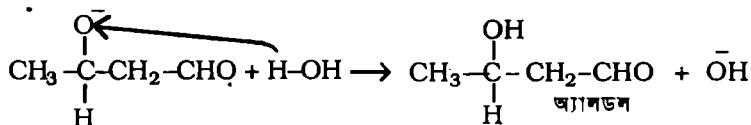
অ্যালডিহাইড

কার্বানায়ন

দ্বিতীয় ধাপ : উৎপন্ন কার্বানায়ন দ্বিতীয় কার্বনাইল অণুকে আক্রমণ করে কার্বন-কার্বন বন্ধন গঠন করে।



তৃতীয় ধাপ : পানি অণু থেকে একটি প্রোটন ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুতে যুক্ত হয়ে অ্যালডল উৎপন্ন করে।

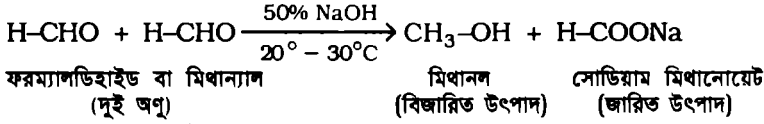


অ্যালডল

২। ক্যানিজারো বিক্রিয়া (Cannizzaro's reaction)

গাঢ় ক্ষার (50% NaOH, অথবা KOH) এর দ্রবণের প্রভাবে α-হাইড্রোজেনবিহীন অ্যালডিহাইডের দুটি অণুর মধ্যে যুগপৎ পারস্পরিক জারণ-বিজারণ ক্রিয়ার ফলে এক অণু অ্যালডিহাইড জারিত হয়ে কার্বক্সিলিক এসিডের ক্ষার ধাতুর লবণ এবং অপর অণু বিজারিত হয়ে অ্যালকোহলে পরিণত হয়। এ বিক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নামানুসারে ক্যানিজারো বিক্রিয়া বলে। যেমন,

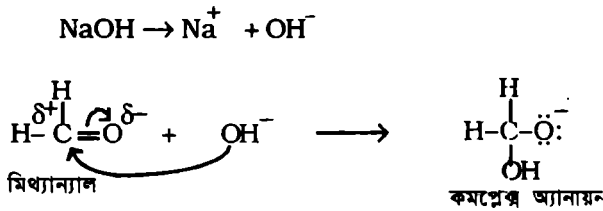
গাঢ় NaOH দ্রবণের উপস্থিতিতে ফরম্যালডিহাইড বা মিথান্যাল এর দুটি অণুর মধ্যে যুগপৎ জারণ-বিজারণের মাধ্যমে মিথানল বা মিথাইল অ্যালকোহল ও সোডিয়াম মিথানোয়েট বা সোডিয়াম ফরমেট উৎপন্ন করে।



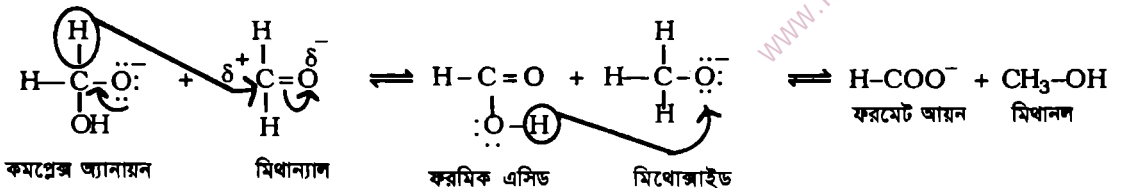
যে সব অ্যালডিহাইডের অণুতে α-হাইড্রোজেন থাকে না; এরা ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়। যেমন, ফরম্যালডিহাইড (H-CHO) ও ট্রাইমিথাইল অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH₃)₃C-CHO, বেনজ্যালডিহাইডসহ যে কোন অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়। ফরম্যালডিহাইডে α-কার্বন নেই ও ট্রাইমিথাইল অ্যাসিট্যালডিহাইডে α-কার্বন থাকলেও α-হাইড্রোজেন (H) নেই।

ক্যানিজারো বিক্রিয়ার মেকানিজম : নিউক্লিওফিলিক আয়নিক মেকানিজম দ্বারা ক্যানিজারো বিক্রিয়া নিম্নরূপে দু ধাপে ব্যাখ্যা করা হয়।

প্রথম ধাপ : গাঢ় NaOH এর জলীয় দ্রবণে উৎপন্ন OH⁻ আয়ন কার্বনাইল কার্বনকে আক্রমণ করে কমপ্লেক্স অ্যানায়ন গঠন করে।



দ্বিতীয় ধাপ : উৎপন্ন অ্যানায়ন থেকে প্রথমে একটি হাইড্রাইড আয়ন (:H⁻) দ্বিতীয় মিথান্যাল বা ফরম্যালডিহাইড অণুতে স্থানান্তরিত হয়ে এর বিজারণের ফলে মিথোজ্জাইড আয়ন ও ফরমিক এসিড উৎপন্ন হয়। পরে ফরমিক এসিড থেকে একটি প্রোটন মিথোজ্জাইডে যুক্ত হয়ে মিথানল ও ফরমেট আয়ন উৎপন্ন হয়। অ্যালকোহল অণু গঠন করে।



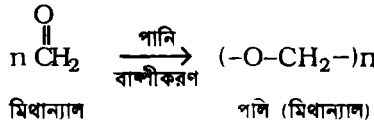
৮.১৫.৭ অ্যালডিহাইডসমূহের পলিমার গঠন

Formation of polymers by aldehydes

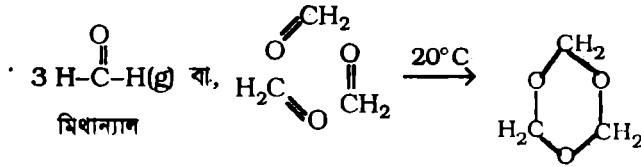
(ক) যুত পলিমার গঠন : যে বিক্রিয়ায় একই যৌগের একাধিক অণু (তাদের কোন অংশ বা পরমাণু বিমুক্ত না করে) সরাসরি যুক্ত হয়ে যে বড় অণুবিশিষ্ট নতুন যৌগ গঠন করে, তাকে পলিমার গঠন বিক্রিয়া বলে এবং উৎপন্ন যৌগকে পলিমার বলা হয়। নিম্নতর অ্যালডিহাইডসমূহ অতি সহজেই পলিমার গঠন করে। বিক্রিয়ার অবস্থা ও প্রভাবকের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে চক্রাকার বা সরল মুক্ত শিকল পলিমার উৎপন্ন হয়। যেমন,

মিথান্যালের পলিমার :

১। মিথান্যালের লঘু জলীয় দ্রবণকে বাষ্পীভূত করলে 'পলি (মিথান্যাল)' $(CH_2O)_n$ নামক পলিমার গঠিত হয়। এর গলনাঙ্ক $121^\circ-123^\circ C$ । Delrin নামে এই পলিমার বাজারে পাওয়া যায়। এটা খুব শক্ত প্লাস্টিক। কাঠ ও ধাতুর বিকল্পরূপে এই প্লাস্টিক ব্যবহৃত হয়।

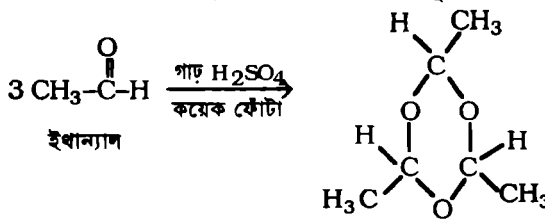


২। গ্যাসীয় মিথান্যালকে কক্ষতাপমাত্রায় রাখলে মিথান্যাল ট্রাইমার গঠন করে। একে ট্রাই অক্সেন (trioxane) বলে। এর গলনাঙ্ক হল $61^\circ-62^\circ C$ । এটা পানিতে অদ্রবণীয় কঠিন পদার্থ।

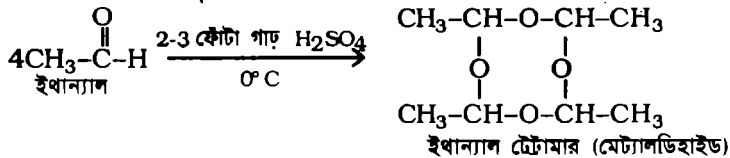


ইথান্যালের পলিমার :

১। কক্ষ তাপমাত্রায় ইথান্যালের মধ্যে কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করলে ইথান্যাল ট্রাইমার (প্যারালডিহাইড) নামক সুগন্ধ তরল পদার্থ উৎপন্ন হয়। এটা নিদ্রাকারকরূপে ব্যবহৃত হয়।



২। প্রায় $0^\circ C$ তাপমাত্রায় ইথান্যালের মধ্যে কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করলে ইথান্যাল টেট্রামার বা মেট্যালডিহাইড নামক সাদা কঠিন পদার্থ উৎপন্ন হয়। এর গলনাঙ্ক $246^\circ C$ ।

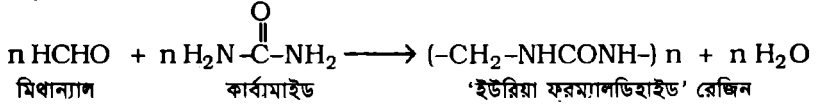


উভয় প্রকার পলিমারকে গাঢ় H_2SO_4 সহ পাতন করলে পুনরায় ইথান্যাল উৎপন্ন হয়।

(খ) কনডেনসেশন পলিমার গঠন (যুত-অপসারণ বিক্রিয়া) : প্রাস্টিক গঠন :

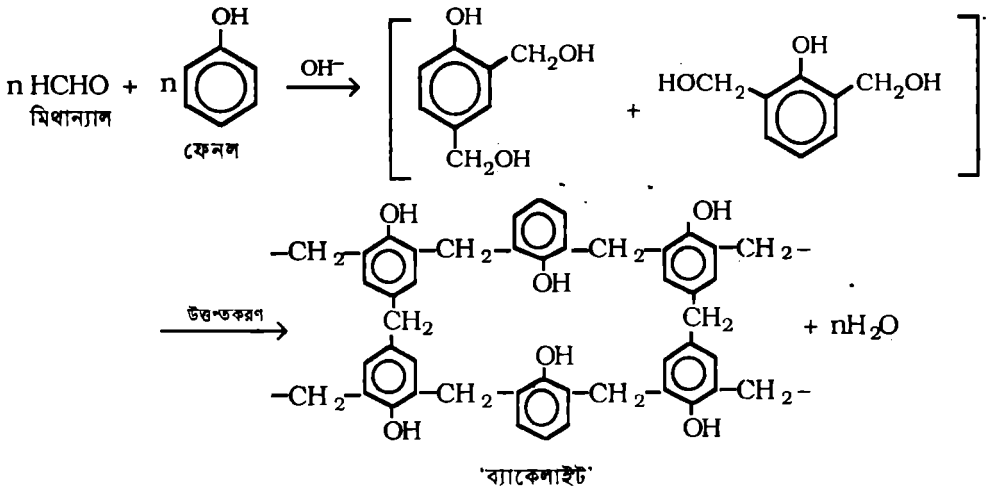
১। ইউরিয়া-মিথান্যাল পলিমার :

প্রস্তুতি : ইউরিয়া (কার্বামাইড) ও ফরম্যালডিহাইড (মিথান্যাল) এর বিক্রিয়ায় ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড রেজিন (যেমন, ফরমিকা) উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে মিথান্যালের অক্সিজেন পরমাণুটি দুটি ইউরিয়া অণু থেকে দুটি H পরমাণু নিয়ে পানি অণু গঠন করে। এরূপে পলিমার চেইন বৃদ্ধি পায়। অধিক চাপে দুটি পলিমার চেইনের বিক্রিয়াকালে দুটি —NH—এর H-পরমাণুর সাথে মিথান্যালের অক্সিজেন পরমাণু পানি অণু গঠন করে। ফলে দুটি পলিমার চেইন ক্রস-লিংক হয়ে যায়। ফলে দৃঢ় থার্মোসেটিং পলিমার গঠিত হয়। এটা দ্বারা বৈদ্যুতিক সকেট ও মাস্টার-গাম প্রস্তুত করা যায়।



২। ফেনল-মিথান্যাল পলিমার : (ব্যাকেলাইট) :

প্রস্তুতি : ফেনল ও মিথান্যাল (অধিক) ক্ষার দ্রবণে কনডেনসেশন প্রক্রিয়ায় ছোট পলিমার গঠন করে। ছোট পলিমারকে উত্তপ্ত করলে ব্যাকেলাইট নামক কঠিন, অদ্রবণীয় ও থার্মোসেটিং (Thermosetting) প্রাস্টিক উৎপন্ন হয়।



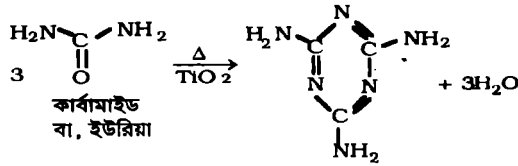
ব্যবহার : ব্যাকেলাইটের উচ্চ পলিমার খুব শক্ত হয়। তা দ্বারা চিরুনি, কলমের বেরেল, ফোনোগ্রাফ রেকর্ড, বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির প্রেইট, সুইচ, যন্ত্রপাতির হাতল প্রস্তুত করা হয়। অপরদিকে ব্যাকেলাইটের নিম্ন পলিমার নরম হয়। নরম ব্যাকেলাইট থেকে বার্নিশ ও ফ্লাইউডের গাম ইত্যাদি প্রস্তুত করা হয়।

৩। মেলামাইন-মিথান্যাল পলিমার : (মেলামাইন-প্রাস্টিক) : মেলাডুর :

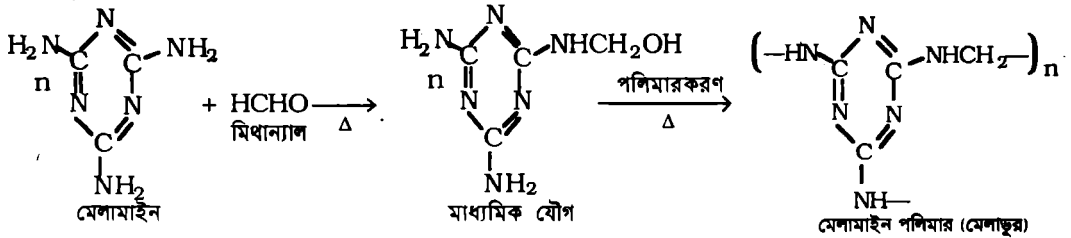
কার্বামাইড বা ইউরিয়া থেকে মেলামাইন ও মেলামাইন পলিমার মেলাডুর প্রস্তুতি

প্রথমে TiO_2 প্রভাবকের উপস্থিতিতে ইউরিয়া বা কার্বামাইডকে উত্তপ্ত করে মেলামাইন প্রস্তুত করা হয়। পরে মিথান্যাল ও মেলামাইন (এটি নিজেই কার্বামাইড বা ইউরিয়ার একটি পলিমার) মিশ্রণকে উত্তপ্তকরণে পুনঃপলিমারকরণ (অর্থাৎ কো-পলিমারাইজ) প্রক্রিয়ায় মেলামাইন-পলিমার নামক নতুন পলিমার গঠন করে। একে মেলামাইন রেজিন বা মেলাডুর মেলামাইন প্রাস্টিক বলে।

মেলোমাইন প্রস্তুতি :



মেলোডুর প্রস্তুতি :



বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার : মেলোমাইন প্রাস্টিক হল একটি পলি-অ্যামাইড ধার্মোসেটিং-পলিমার। কারণ এটা ক্রস-লিংক পলিমার। 'মেলোমাইন পলিমার'-এর ঘনত্ব কম। কাপ, প্রেট প্রভৃতি ক্রোকারি মেলোমাইন পলিমার থেকে প্রস্তুত করা হয়। 'মেলোমাইন পলিমার' খুব শক্ত হওয়ায় মাটিতে পড়ে গেলে এসব জিনিস সহজে ভেঙে যায় না।

মেলোমাইন (C₃H₈N₆) বা ইউরিয়ার পলিমার-এর ব্যবহার : (১) মেলোমাইন ও মিথান্যাল সমন্বয়ে মেলোমাইন পলিমার বা মেলোডুর তৈরি করা হয়। এছাড়া (২) সার, আগুনরোধী কাপড়, রং, আঠা তৈরিতে মেলোমাইন ব্যবহৃত হয়।

ক্ষতিকর প্রভাব : (১) মেলোমাইন পাউডার সরাসরি খাদ্যের সাথে যেমন বেবি মিল্কের সাথে মিশ্রিত থাকলে তা কিডনিতে পাথর সৃষ্টি করে এবং এটি থেকে উৎপন্ন সায়ানোইউরিক এসিড কিডনিকে অকেজো করে দেয়।

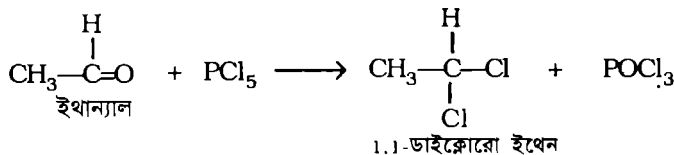
প্রাস্টিকের শ্রেণীবিভাগ : প্রাস্টিকসমূহ তাপীয়ভাবে ধার্মোপ্রাস্টিক ও ধার্মোসেটিং বা ধার্মোসেট প্রাস্টিক এ দু শ্রেণীতে বিভক্ত। ধার্মো-প্রাস্টিকগুলো তাপ প্রয়োগে নরম ও গলে যায় এবং শীতল করলে পুনরায় পূর্বের মত কঠিন হয়। এ প্রক্রিয়া পুনঃপুনঃ করা যায়। এরা গঠনে সরল শিকল পলিমার। যেমন, পলিথিন, পলিস্টারিন প্রাস্টিক। আবার ধার্মোসেটিং প্রাস্টিকগুলো প্রস্তুতকালে প্রথমবারের মত তরল থেকে শীতল করে কঠিন করা যায়। পুনরায় গলানো যায় না। এরা গঠনে ক্রস-লিংক জটিল পলিমার। যেমন, ব্যাকেলাইট, মেলোমাইন পলিমার ইত্যাদি। বিদ্যুৎ ও তাপ অপরিবাহী বস্তুরূপে এরা বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ফিটিংস ও সস্প্যানের হাতল তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

৮.১৫.৮ কার্বনাইল যৌগে ক্লোরিনেশন

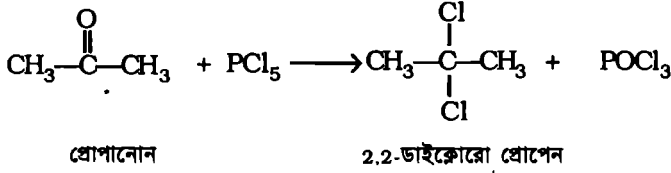
Chlorination in carbonyl compounds

১। কার্বনাইল মূলকে ক্লোরিনের প্রতিস্থাপন : যে কোন কার্বনাইল যৌগ ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়াকালে কার্বনাইল মূলক ($>\text{C}=\text{O}$) এর অক্সিজেন পরমাণুটি দুটি ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে জেম ডাইক্লোরে: অ্যালকেন উৎপন্ন করে। যেমন,

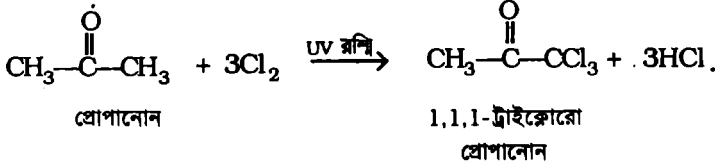
(ক) ইথান্যালের সাথে PCl₅ এর বিক্রিয়ায় 1,1-ডাইক্লোরো ইথেন ও ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড উৎপন্ন করে।



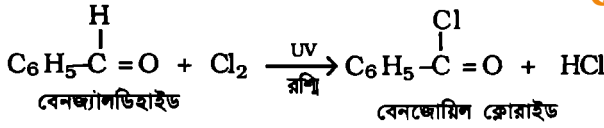
(খ) প্রোপানোনের সাথে PCl_5 এর বিক্রিয়ায় 2, 2-ডাইক্লোরো প্রোপেন ও ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড উৎপন্ন করে।



২। α -কার্বনে ক্লোরিনেশন : অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে ক্লোরিন ও অ্যালিফেটিক কার্বনাইল যৌগের বিক্রিয়ায় α -কার্বনের H-পরমাণু Cl-পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। যেমন, অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে প্রোপানোনের সাথে Cl_2 গ্যাসের বিক্রিয়ায় 1, 1, 1-ট্রাইক্লোরো প্রোপানোন ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।



কিন্তু বেনজ্যালডিহাইড ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় বেনজোয়িল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



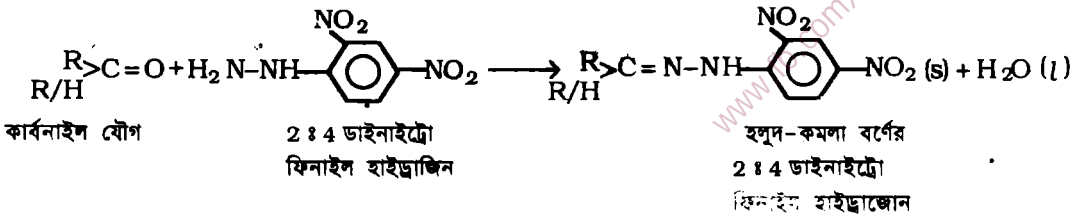
৮.১৬ কার্বনাইল মূলক ও অ্যালডিহাইড কিটোন শনাক্তকরণ Identification of carbonyl group and aldehyde ketone

নিম্নোক্ত তিনটি পরীক্ষা দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোনের শনাক্তকরণ এবং পার্থক্য নির্ণয় করা যায়।

(ক) কার্বনাইল মূলক ($-CO-$) শনাক্তকরণ

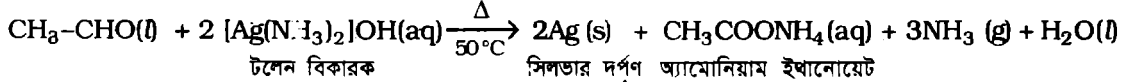
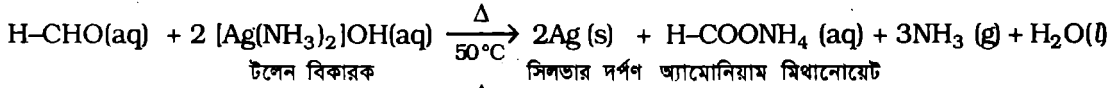
১। 2 : 4- ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন পরীক্ষা : একটি পরীক্ষা নলে 2-3 mL পরিমাণ 2 : 4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন নিয়ে এর মধ্যে প্রায় 5-6 ফোঁটা পরিমাণ অ্যালডিহাইড বা কিটোন যোগ করা হয়।

এতে হলুদ কমলা (বা হলুদ) বর্ণের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়। এ বিক্রিয়াটি অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয় যৌগের $\left(\begin{array}{l} R \\ R/H \end{array} \right) C=O$ এর বেলায় ঘটে। সুতরাং এটা হল কার্বনাইল মূলক $(>C=O)$ এর পরীক্ষা।

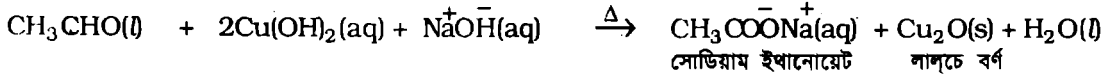
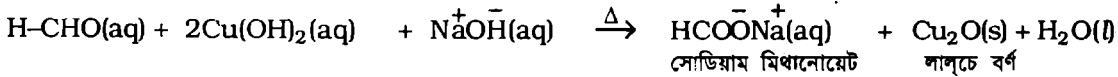


(খ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যকরণ : অ্যালডিহাইড মূলক (-CHO) এর নিশ্চিতকরণ :

১। টলেন বিকারক পরীক্ষা : অ্যামোনিয়া মিশ্রিত 10% সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ বা টলেন বিকারকের 2-3 mL একটি পরীক্ষা নল নিয়ে এতে 5 - 6 ফোঁটা অ্যালডিহাইড যেমন, মিথান্যাল অথবা ইথান্যাল যোগ করা হয়। এরপর মিশ্রণসহ পরীক্ষা নলটিকে 50° - 60°C তাপমাত্রার গরম পানিতে 2 - 3 মিনিট যাবৎ গরম করা হয়। পরীক্ষা নলের ভেতরের গায়ে উজ্জ্বল চকচকে সিলভার দর্পণ সৃষ্টি হলে অ্যালডিহাইডের উপস্থিতি নিশ্চিত করে। কিটোন এ সিলভার দর্পণ পরীক্ষা দেয় না।



২। ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা : পরীক্ষা নলে 5 - 6 ফোঁটা মিথান্যাল অথবা ইথান্যাল নিয়ে এতে 2-3 mL ফেলিং দ্রবণ মিশ্রণ যোগ করা হয়। এরপর মিশ্রণসহ পরীক্ষা নলটিকে গরম পানিতে 2 - 3 মিনিট যাবৎ গরম করা হয়। কপার (I) অক্সাইডের লালচে বর্ণের অধঃক্ষেপ (Cu₂O) সৃষ্টি হলে অ্যালডিহাইডের উপস্থিতি নিশ্চিত। কিটোন এ ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা দেয় না।



উপরিউক্ত তিনটি পরীক্ষা দ্বারা যে কোন অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করা যায়।

সারণি ৮.৩ : ইথান্যাল ও প্রোপানোন-এর মধ্যে পার্থক্য

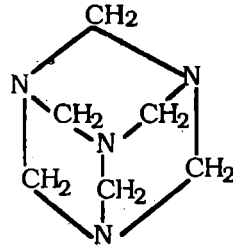
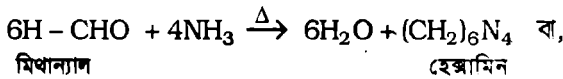
বিকারকসহ পরীক্ষা হ	ইথান্যাল	প্রোপানোন
১। ২ : ৪ ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণসহ পরীক্ষা :	১। হলুদ-কমলা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। ইথান্যাল ২ : ৪ ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন উৎপন্ন হয়।	১। হলুদ-কমলা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। প্রোপানোন ২ : ৪ ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন উৎপন্ন হয়।
২। টলেন বিকারকসহ পরীক্ষা :	২। ইথান্যাল টলেন বিকারককে বিজারিত করে সিলভার দর্পণ তৈরি $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag(s)} + \text{CH}_3\text{COONH}_4$ সিলভার দর্পণ + 3NH ₃ + H ₂ O	২। প্রোপানোন কিটোন হওয়ায় এরূপ বিক্রিয়া দেয় না।
৩। ফেলিং দ্রবণসহ পরীক্ষা :	৩। ইথান্যাল ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে লালচে বর্ণের Cu ₂ O এর অধঃক্ষেপ তৈরি করে। $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{O(s)} + \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ লালচে অধঃক্ষেপ	৩। প্রোপানোন কিটোন হওয়ায় এরূপ বিক্রিয়া দেয় না।

৮.১৭ অ্যালডিহাইড ও কিটোনের ব্যবহার

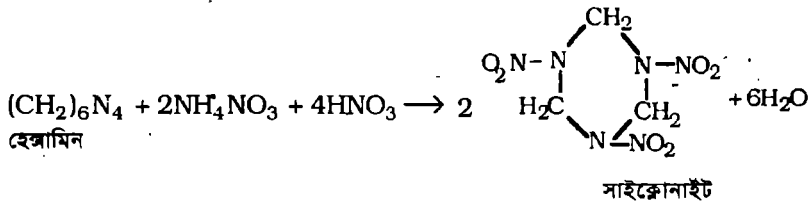
Uses of aldehydes and ketones

১। মিথান্যালের বাণিজ্যিক ব্যবহার : (১) রসায়ন শিল্পে ফেনল মিথান্যাল প্রাস্টিক বা ব্যাকেলাইট (Bakelite) নামক প্রাস্টিক ও ইউরিয়া ফরম্যালডিহাইড প্রাস্টিক বা ফরমিকা প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। (২) ফরম্যালডিহাইড এর ৪০% জলীয় দ্রবণের বাণিজ্যিক নাম ফরমালিন; এটি জীবাণুনাশক। তাই পরীক্ষাগারে মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহ সংরক্ষণে তা ব্যবহৃত হয়। (৩) আয়না প্রস্তুতিতে বিজারক হিসেবে, রঞ্জক দ্রব্যের শিল্পোৎপাদনে, ওষুধ প্রস্তুতিতেও ফরম্যালডিহাইড বা মিথান্যাল ব্যবহৃত হয়। (৪) এছাড়া বাতজ্বর ও মূত্রাশয়ের রোগের ওষুধ হেঞ্জামিথিলিন টেট্রামিন বা হেঞ্জামিন প্রস্তুতিতে ও (৫) 'সাইক্লোনাইট' নামক বিস্ফোরক প্রস্তুতিতে মিথান্যাল ব্যবহৃত হয়।

হেঞ্জামিন : ফরমালিন ও গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণকে উত্তপ্ত করলে সাদা বর্ণের দানাদার চাক্রিক যৌগ হেঞ্জামিন বা ইউরেটেপিন উৎপন্ন হয়। হেঞ্জামিন হল অ্যামোনিয়া ফরম্যালডিহাইড চাক্রিক পলিমার। এর রাসায়নিক নাম হেঞ্জামিথিলিন টেট্রাঅ্যামিন।



সাইক্লোনাইট : হেঞ্জামিনকে NH_4NO_3 ও গাঢ় HNO_3 সহ উত্তপ্ত করে টাইমিথিলিন টাইনাইট্যামিন বা সাইক্লোনাইট (cyclonite, RDX) নামক TNT অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী বিস্ফোরক প্রস্তুত করা হয়।



২। ইথান্যালের বাণিজ্যিক ব্যবহার : ইথানোয়িক এসিড, 1-বিউটানল এবং ইথাইল ইথানোয়েট প্রভৃতি প্রস্তুতিতে ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড ব্যবহৃত হয়। আয়না, রঞ্জক ও ওষুধ প্রস্তুতিতে তা ব্যবহৃত হয়। ঘূনের ওষুধ বা নিদ্রাকারকরূপে প্যারালডিহাইড প্রস্তুতিতে ইথান্যাল ব্যবহৃত হয়। ক্লোরাল প্রস্তুতিতেও ইথান্যাল ব্যবহৃত হয়।

ক্লোরাল বা ট্রাইক্লোরো ইথান্যাল বিশুদ্ধ ক্লোরোফর্ম, কীটনাশক D.D.T প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

৩। অ্যাসিটোন বা প্রোপানোনের বাণিজ্যিক ব্যবহার : অ্যাসিটোন হল রসায়ন শিল্পে ব্যবহৃত একটি গুরুত্বপূর্ণ দ্রাবক। সেলুলোজ, পেইন্ট, বার্নিশ ও সেলুলয়েড পারস্পেক্স (Perspex) নামক প্রাস্টিক কাচ ও পলি (কার্বনেট) প্রাস্টিক প্রভৃতি প্রস্তুতিতে অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন ব্যবহৃত হয়।

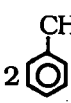
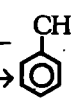
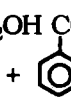
৪। বেনজ্যালডিহাইডের বাণিজ্যিক ব্যবহার : বেনজ্যালডিহাইড রঞ্জক দ্রব্য প্রস্তুতিতে, সুগন্ধিরূপে খাদ্যবস্তু সুস্বাদুকরণের কাজে ব্যবহৃত হয়। সিনামিক এসিড, সিনাম্যালডিহাইড, বেনজোয়িক ক্লোরাইড প্রভৃতি প্রস্তুতিতে বেনজ্যালডিহাইড ব্যবহৃত হয়। স্যালিসাইল অ্যালডিহাইড সুগন্ধি পদার্থ এবং রঞ্জক দ্রব্যের কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৫। অ্যাসিটোফেনোন ও বেনজোফেনোনের বাণিজ্যিক ব্যবহার : অ্যাসিটোফেনোন সুগন্ধি দ্রব্য প্রস্তুতিতে, ঘূনের ওষুধ ও প্রাস্টিক তৈরির উপাদান স্টাইরিন (Styrene) প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। বেনজোফেনোন প্রধানত সুগন্ধি হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৮.১৮ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোম্যাটিক অ্যালডিহাইডের তুলনা Comparison of Aliphatic and Aromatic Aldehydes

সাদৃশ্য		ইথান্যাল, CH ₃ CHO	বেনজ্যালডিহাইড, C ₆ H ₅ CHO
বিকারক	বিক্রিয়া	উৎপাদ	উৎপাদ
(১) KMnO ₄ (H ₂ SO ₄ সহ)	জারণ	(১) ইথানয়িক এসিড উৎপন্ন করে। CH ₃ CHO $\xrightarrow[\text{KMnO}_4]{[\text{O}, \text{H}^+]}$ CH ₃ COOH	(১) বেনজোয়িক এসিড উৎপন্ন করে। C ₆ H ₅ CHO $\xrightarrow[\text{KMnO}_4]{[\text{O}, \text{H}^+]}$ C ₆ H ₅ COOH
(২) LiAlH ₄ (শুক্ক ইথার) :	বিজারণ	(২) ইথান্যাল বিজারিত হয়ে ইথানল উৎপন্ন করে। CH ₃ CHO $\xrightarrow[\text{LiAlH}_4]{2[\text{H}]}$ CH ₃ CH ₂ OH	(২) বেনজাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। C ₆ H ₅ CHO $\xrightarrow[\text{LiAlH}_4]{2[\text{H}]}$ C ₆ H ₅ CH ₂ OH
(৩) PCl ₅ সহ :	ক্লোরিনেশন	(৩) ইথান্যাল থেকে ১, ১- ডাইক্লোরো ইথেন উৎপন্ন হয়। CH ₃ CHO $\xrightarrow{\text{PCl}_5}$ CH ₃ CHCl ₂	(৩) বেনজাল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। C ₆ H ₅ CHO $\xrightarrow{\text{PCl}_5}$ C ₆ H ₅ CHCl ₂
(৪) HCN সহ :	যুতবিক্রিয়া	(৪) ইথান্যাল সায়ানো হাইড্রিন উৎপন্ন হয়। CH ₃ CHO $\xrightarrow{\text{HCN}}$ CH ₃ CH(OH)CN	(৪) বেনজ্যালডিহাইড সায়ানো হাইড্রিন উৎপন্ন হয়। C ₆ H ₅ CHO $\xrightarrow{\text{HCN}}$ C ₆ H ₅ CH(OH)CN
(৫) NH ₂ OH সহ :	ঘনীভবন	(৫) ইথান্যাল অক্সাইম উৎপন্ন হয়। CH ₃ CHO $\xrightarrow{\text{NH}_2\text{OH}}$ CH ₃ CH=NOH	(৫) বেনজ্যালডিহাইড অক্সাইম উৎপন্ন হয়। C ₆ H ₅ CHO $\xrightarrow{\text{NH}_2\text{OH}}$ C ₆ H ₅ CH=NOH

বৈসাদৃশ্য

বিকারক	বিক্রিয়া	উৎপাদ	উৎপাদ
(১) NaOH (aq) সহ :	অ্যালডল অথবা ক্যানিজারো বিক্রিয়া	(১) হাইড্রক্সি রিউটান্যাল নামক অ্যালডল উৎপন্ন হয়। 2CH ₃ CHO $\xrightarrow{\text{OH}^-}$ CH ₃ -C $\begin{matrix} \text{H} \\ | \\ \text{CH}_2\text{CHO} \\ | \\ \text{OH} \end{matrix}$	(১) ক্যানিজারো বিক্রিয়া ঘটে। 2  $\xrightarrow{\text{OH}^-}$  + 
(২) Cl ₂ গ্যাস সহ :	ক্লোরিনেশন	(২) ক্লোরিন ও ইথান্যালের বিক্রিয়ায় ক্লোরাল উৎপন্ন হয়। CH ₃ CHO $\xrightarrow{\text{Cl}_2}$ Cl ₃ CCHO	(২) বেনজোয়িক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। C ₆ H ₅ -C(=O)-H $\xrightarrow{\text{Cl}_2}$ C ₆ H ₅ -C(=O)-Cl
(৩) ফেলিং দ্রবণ সহ :	মৃদু জারণ	(৩) লালচে Cu ₂ O এর অধঃক্ষেপ দেয়। CH ₃ CHO $\xrightarrow[\text{NaOH}]{\text{Cu}(\text{OH})_2}$ Cu ₂ O +	(৩) কোন পরিবর্তন নেই।
(৪) টলেন বিকারক সহ :	মৃদু জারণ	(৪) সিলভার দর্পণ তৈরি করে। CH ₃ CHO $\xrightarrow{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2}$ Ag(s) +	(৪) কোন পরিবর্তন নেই।
(৫) I ₂ + NaOH(aq) :	আয়োডো- ফরম গঠন	(৫) আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয়। CH ₃ CHO $\xrightarrow[\Delta]{\text{I}_2, \text{Na}}$ CHI ₃ (s) +	(৫) আয়োডোফরম উৎপন্ন হয় না।

৮ম অধ্যায়ে যা শিখলাম

- ১। অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয়কে একত্রে কার্বনাইল যৌগ বলা হয়। কার্বনাইল মূলকের একটি যোজনীতে একটি H পরমাণু ও অপর যোজনীতে অ্যালকাইল মূলক (-R) অথবা অ্যারাইল মূলক (Ar-) যুক্ত হলে তাকে অ্যালডিহাইড বলে। উভয় যোজনীতে দুটি অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক যুক্ত থাকলে তাকে কিটোন বলা হয়। অ্যালডিহাইডের সংকেত হল R - CHO এবং কিটোনের সংকেত হল R - CO-R ।
- ২। জেনেভা পদ্ধতিতে অ্যালডিহাইডকে অ্যালকান্যাল এবং কিটোনকে অ্যালকানোন বলা হয়।
- ৩। কার্বনাইল যৌগসমূহ চেইন সমাণুতা, অবস্থান সমাণুতা, কার্যকরী মূলক সমাণুতা ও টটোমারিজম প্রভৃতি সমাণুতা প্রদর্শন করে।
- ৪। কার্বনাইল মূলক সমতলীয়; এ মূলকের গঠনকালে কার্বন পরমাণুর তিনটি sp^2 সংকরিত অরবিটালের একটি দ্বারা অক্সিজেন পরমাণুর একটি বিজোড় p-অরবিটাল এর সঙ্গে এবং অপর দুটি দ্বারা তিন দুটি কার্বন পরমাণু বা হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে মোট তিনটি σ -বন্ধন পরস্পর 120° কোণ গঠন করে।
- ৫। কার্বনাইল-কার্বন পরমাণু আংশিক ধনাত্মক ($\delta+$) চার্জযুক্ত ও অক্সিজেন পরমাণুটি আংশিক ঋণাত্মক ($\delta-$) চার্জযুক্ত হয়ে ডিমেরুক বা ডাইপোল সৃষ্টি করে ($C=O^\delta-$)। কার্বনাইল যৌগের অণুগুলোর মধ্যে ডাইপোল-ডাইপোল আকর্ষণ বল এবং পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টি হয়। নিউক্লিওফাইল দ্বারা $C^\delta+$ আক্রান্ত হয়।
- ৬। কার্বনাইল মূলকে সংযুক্ত মূলকের আকার, আকৃতি ও প্রকৃতি কার্বনাইল মূলকের সাধারণ নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়াকে প্রভাবিত করে। তাই অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইডের বিক্রিয়াসমূহ অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডে প্রায় ঘটলেও অ্যালিফেটিক কিটোনের বিক্রিয়াসমূহ অ্যারোমেটিক কিটোনে ঘটে না।
- ৭। অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে একই জারণ বিক্রিয়া ঘটে না; তাই টলেন বিকারক প্রভৃতি দুর্বল জারক পদার্থের সাথে অ্যালডিহাইড বিক্রিয়া করলেও কিটোন বিক্রিয়া করে না। তাই অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষার জন্য টলেন বিকারক ও ফেলিং দ্রবণ ব্যবহৃত হয়।
- ৮। অ্যালডিহাইডসমূহের অণুতে কার্বনাইল মূলকের সাথে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকায় অ্যালডিহাইডসমূহ পলিমার গঠন করতে পারে। কিটোনের মধ্যে পলিমারকরণ ঘটে না।
- ৯। আলফা হাইড্রোজেনযুক্ত অ্যালডিহাইডসমূহ লঘু ক্ষার দ্রবণের উপস্থিতিতে কার্বন-কার্বন বন্ধন সৃষ্টি করে অ্যালডল গঠন করতে পারে। অপরদিকে আলফা হাইড্রোজেন ছাড়া অ্যালডিহাইডসমূহ গাঢ় ক্ষার দ্রবণে পরস্পর জারণ বিজারণ ক্রিয়া দ্বারা অ্যালকোহল ও কার্বক্সিলিক এসিডে পরিণত হয়, একে ক্যানিজারো বিক্রিয়া বলে।
- ১০। প্রকৃতিতে অ্যালডিহাইড মূলকের পলিমারকরণে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ ও পলিস্যাকারাইড উৎপন্ন হয়। এসব কার্বনাইল যৌগ থেকে পচনরোধক হেজ্জামিথিলিন টেট্রাঅ্যামিন, বিস্ফোরক সাইক্লোনাইট, মেলামাইন, ফরমিকা, ব্যাকেলাইট, ডেলরিন (delrin) প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকার প্রাস্টিক উৎপাদন করা হয়।

অনুশীলনী-৮ ৪ প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। (ক) কার্বনাইল যৌগ, অ্যালডিহাইড ও কিটোন কাকে বলে? [সি. বো. ২০১১]
- (খ) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ও কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধনের মধ্যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ব্যাখ্যা কর।
- ২। (ক) মিথান্যাল বা ফরম্যালডিহাইডের দুটি প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- (খ) ফরমালিন কী? এটি কীভাবে প্রস্তুত করা হয়? এর ২টি ব্যবহার লেখ। [কু. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০]
- (গ) মিথেন থেকে বাণিজ্যিকভাবে মিথান্যাল উৎপাদন বর্ণনা কর।
- ৩। (ক) ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইডের দুটি শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর।
- (খ) প্রোপানোন বা অ্যাসিটোনের দুটি শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর।
- ৪। (ক) ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইডের পরীক্ষাগার প্রস্তুত পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]
- (খ) অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন বা ডাইমিথাইল কিটোনের পরীক্ষাগার প্রস্তুত পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
- ৫। (ক) পরীক্ষাগারে বেনজ্যালডিহাইড প্রস্তুত পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- (খ) বেনজ্যালডিহাইড শিল্পোৎপাদনের দুটি পদ্ধতির বর্ণনা সমীকরণসহ লেখ।
- (গ) বেনজোফেনোন প্রস্তুতির দুটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ।
- ৬। (ক) কার্বনাইল মূলকে কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়া কীরূপে ঘটে এবং এসিড মাধ্যম ও ক্ষার মাধ্যম কীরূপে প্রভাবিত করে তা মেকানিজমসহ লেখ।
- (খ) কার্বনাইল যৌগের α -কার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণুর অল্পধর্মিতা ও ঘনীভবন বিক্রিয়ার ব্যাখ্যা দাও।
- ৭। (ক) কার্বনাইল মূলকের সক্রিয়তায় অ্যালকাইল মূলকের ভূমিকা আলোচনা কর। বা, অ্যালডিহাইড ও কিটোনের রাসায়নিক সক্রিয়তার তুলনা কর।
- (খ) 'স্টেরিক বাধা' বলতে কী বুঝ? প্রোপানোন বা অ্যাসিটোন অপেক্ষা ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়ায় অধিক সক্রিয় কেন? -তা ব্যাখ্যা কর।

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

(ক) টীকা লেখ : সংক্ষেপে

- ১। টলেন বিকারক
- ২। ফেলিং দ্রবণ
- ৩। ক্রিমেনসেন বিজারণ [ঢা. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮]
- ৪। হ্যালোফরম বিক্রিয়া [চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০১১]
- ৫। অ্যালডল ঘনীভবন [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১]

৬। ক্যানিজারো বিক্রিয়া

[ঢা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১;

সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৮]

৭। ব্যাকেসাইট প্রস্তুতি ও ব্যবহার

৮। ম্যালামাইন প্রাস্টিক বা মেলাডুর প্রস্তুতি ও ব্যবহার

[রা. বো. ২০০৯]

(খ) ব্যাখ্যা কর সংক্ষেপে :

(১) ইথানল-এ H-বন্ধন ঘটে; কিন্তু ইথান্যালের H-বন্ধন ঘটে না কেন?

[রা. বো. ২০০৮]

(২) ব্রোমিন দ্রবণ $C=C$ বন্ধনকে আক্রমণ করে; কিন্তু $C=O$ বন্ধনকে আক্রমণ করে না কেন?

(৩) অ্যালডিহাইডসমূহ বিজারকরূপে ক্রিয়া করে—ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০০৯]

(৪) নিউক্লিওফিলিক বা কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়ায় CH_3CHO অপেক্ষা $HCHO$ অধিক সক্রিয় কেন? য. বো. ২০০৮

(৫) কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়ায় কিটোন অপেক্ষা অ্যালডিহাইড অধিক সক্রিয় কেন?

[চ. বো. ২০০৯;

সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]

(৬) (i) C_6H_5CHO এবং (ii) CH_3CH_2CHO এর মধ্যে কোন্ যৌগটি ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয় এবং কেন? বিক্রিয়াটির সমীকরণ লেখ।

[ঢা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]

(৭) সকল অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু ইথান্যাল এ বিক্রিয়া দেয় না কেন?

[চ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১১]

(৮) ইথান্যাল অ্যালডল বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু $HCHO$ ও বেনজ্যালডিহাইড দেয় না কেন?

[কু. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০]

অথবা, C_6H_5CHO এবং CH_3CHO এর মধ্যে কোন্টি অ্যানডল বিক্রিয়া দেয় এবং কেন? [রা. বো. ২০১১]

(৯) মিথান্যাল ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু ইথান্যাল তা দেয় না কেন?

[চ. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০;

দি. বো. ২০১১]

(১০) হ্যালোফরম বিক্রিয়া কী? ইথান্যাল হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু মিথান্যাল হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয় না কেন?

[ঢা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৮; যা. বো. ২০১০]

(গ) যৌগের শনাক্তকরণ ও পার্থক্য নির্ণয়

১। ফেলিং দ্রবণ ও টলেন বিকারক কী?

[কু. বো. ২০০৮]

২। জৈব যৌগে কার্বনাইল মূলক কীরূপে শনাক্ত করা হয়?

[চ. বো. ২০০৯;

সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৭]

৩। জৈব যৌগে অ্যালডিহাইড মূলক শনাক্তকরণ পরীক্ষা দাও।

৪। অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা দাও।

[চ. বো. ২০০৮; ঢা. বো. ২০০৮;

য. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]

৫। ইথান্যাল ও প্রোপানোন লেবেলবিহীন পৃথক বোতলে আছে। তুমি কীরূপে এদের শনাক্ত করবে?

বা, ইথান্যাল ও প্রোপানোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা লেখ। [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৭]

৬। পেন্টানোন-২ ও পেন্টানল-২ এর পার্থক্য নির্ণয় কর।

[সংকেত : ২-পেন্টানোন আয়োডোফরম বিক্রিয়ায় হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়; কিন্তু ২-পেন্টানল লুকাস বিকারকের সাথে ৫ মিনিটে সাদা অধঃক্ষেপ দেয়।]

৭। পেন্টানোন-২ ও পেন্টানোন-৩ এর পার্থক্য নির্ণয় কর।

[সংকেত : ২-পেন্টানোন ($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) একটি মিথাইল কিটোন হওয়ায়, তা আয়োডোফরম বিক্রিয়ায় হালুদ অধঃক্ষেপ দেয়; কিন্তু ৩-পেন্টানোন অণুতে CH_3CO - মূলক না থাকায় আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয় না।]

৮। ইথান্যাল ও বেনজ্যালডিহাইডের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা দাও।

৯। অ্যালডিহাইড ও কিটোনের কার্যকরীমূলকসহ তাদের মধ্যে গঠনগত পার্থক্য ব্যাখ্যা কর।

১০। $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ এবং CH_3CHO এর মধ্যে ৩টি পার্থক্য লেখ।

(ঘ) বিভিন্ন যৌগের রূপান্তর, সংশ্লেষণ

১। ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইডের সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ :

(ক) ২ : ৪-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন,

(ঙ) $\text{Zn.Hg} + \text{HCl}$

[রা. বো. ২০১০]

(চ) LiAlH_4

(খ) অম্লীয় KMnO_4

(ছ) ফেলিং দ্রবণ

[রা. বো. ২০১৫]

(গ) I_2 ও KOH এর মিশ্রণ

(জ) PCl_5

(ঘ) লঘু NaOH দ্রবণ

২। প্রোপানোনের সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়ায় কী ঘটে; তা লেখ :

(ক) HCN .

(খ) NH_2-NH_2

(গ) ২ : ৪-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন,

(ঘ) লঘু NaOH দ্রবণ।

(ঙ) অম্লীয় KMnO_4 ;

(চ) LiAlH_4

(ছ) জিংক-অ্যামালগাম ও গাঢ় HCl ।

৩। ইথান্যাল ও বেনজ্যালডিহাইডের মধ্যে তিনটি করে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য রাসায়নিক ধর্ম প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ লেখ।

৪। ইথান্যাল ও বেনজ্যালডিহাইডে ক্ষার দ্রবণ যোগ করলে কী ঘটে সমীকরণসহ উৎপন্ন যৌগের নাম লেখ।

৫। (ক) কীরূপে কার্বনাইল মূলককে মিথিলিন মূলকে পরিণত করা যায়?

[ডা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৮;

রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১১]

অথবা, ইথান্যাল থেকে ইথেন কীভাবে পাওয়া যায়?

[রা. বো. ২০১১]

(খ) কীরূপে কার্বনাইল মূলককে সেকেন্ডারি অ্যালকোহলিক মূলকে পরিণত করা যায়?

(গ) কীরূপে কিটোন থেকে টারসিয়ারি অ্যালকোহল সংশ্লেষণ করা যায়?

(ঘ) কীরূপে কার্বনাইল মূলককে কার্বক্সিলিক মূলকে পরিণত করা যায়?

(ঙ) কীরূপে ইথান্যাল থেকে প্রোপেন-২-অল সংশ্লেষণ করা যায়?

(চ) কীরূপে ইথান্যাল থেকে ২-বিউটিন্যাল বা ক্রোটোন্যালডিহাইড সংশ্লেষণ করা যায়?

[সি. বো. ২০০৭;

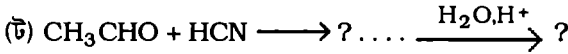
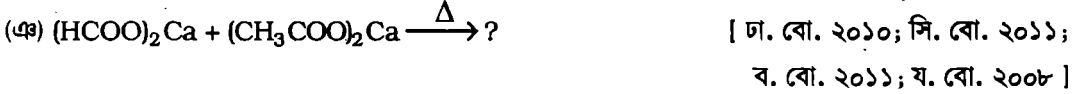
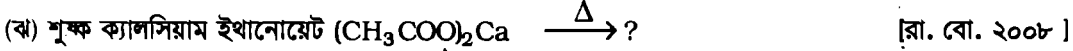
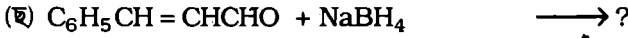
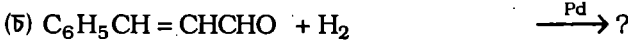
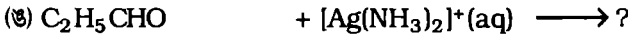
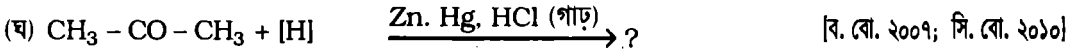
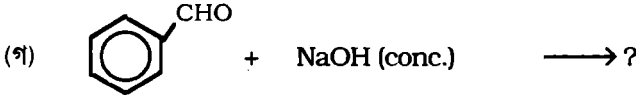
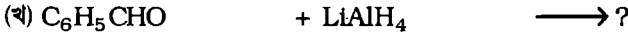
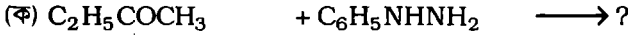
য. বো. ২০১০]

(ছ) কীরূপে প্রোপানোন থেকে ২-মিথাইল-২-প্রোপানল সংশ্লেষণ করা যায়?

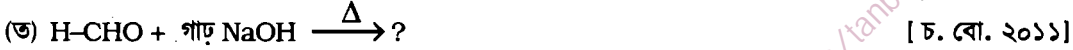
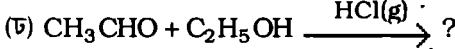
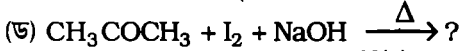
- ৬। (ক) ফরমালিন কী? এর দুটি ব্যবহার লেখ। [ঢা. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১০]
- (খ) হেঞ্জামিন কী? মিথান্যাল থেকে এর প্রস্তুতি ও একটি ব্যবহার লেখ। [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০]
- (গ) মেলামাইন কী? কার্বামাইড বা ইউরিয়া থেকে কীরূপে মেলামাইন তৈরি করা যায়? [রা. বো. ২০১০]
- (ঘ) ধার্মোপ্রাস্টিক ও ধার্মোসেটিং প্রাস্টিক বলতে কী বুঝ?

(৬) রাসায়নিক বিক্রিয়াভিত্তিক

১। নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সম্পন্ন কর ও উৎপন্ন যৌগের নাম লেখ :



(ঠ) মিথান্যাল থেকে কিরূপে হেঞ্জামিন পাওয়া যায়? [রা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০]



(৮) সমস্যা : রাসায়নিক সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর

১। একটি জৈব যৌগ A লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ দ্বারা জারিত হয়ে B যৌগ উৎপন্ন করে। উৎপন্ন B যৌগটি 2 : 4 ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিনের সাথে হলুদ অধঃক্ষেপ এবং ফেলিং দ্রবণের সাথে ইটের মত লালচে বর্ণের অধঃক্ষেপ দেয়। B যৌগটিতে তিনটি কার্বন পরমাণু থাকলে A যৌগটির নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। তোমার উত্তরের সপক্ষে বিক্রিয়াসমূহ লেখ।

উত্তর : [A হল প্রোপানল-1, $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$; B হল প্রোপান্যাল, $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CHO}$]

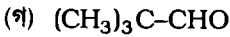
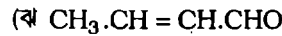
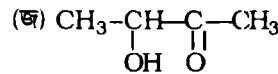
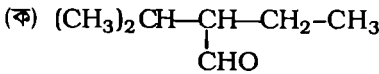
[দা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮]

- ২। $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ সংকেতবিশিষ্ট একটি যৌগ 'A' কে মিথাইল ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইডের সঙ্গে যুত বিক্রিয়ার পরে আর্দ বিশ্লেষণ করলে $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ সংকেতবিশিষ্ট একটি অ্যালকোহল 'B' উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন অ্যালকোহল সহজে জারিত হয় না; কিন্তু প্রবল জারণের পর কেবল ইথানোয়িক এসিড ও CO_2 উৎপন্ন হয়। উপযুক্ত সমীকরণ ও যুক্তিসহ 'A' এর কাঠামো নির্ণয় কর। [উত্তর : প্রোপানোন বা অ্যাসিটোন, CH_3COCH_3]
- ৩। চার কার্বনবিশিষ্ট একটি জৈব যৌগ 'A' জারিত হয়ে 'B' যৌগ উৎপন্ন করে। 'B' যৌগটি 2, 4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিনসহ বিক্রিয়ায় হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়; কিন্তু যৌগটি ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া ও যুক্তিসহ 'A' যৌগটির নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। [উত্তর : A হল বিউটানল-2; $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ এবং B হল বিউটানোন- $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$]

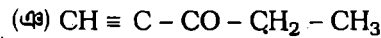
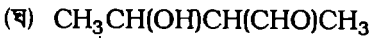
[রা. বো. ২০০৯]

(ছ) সমস্যা : যৌগের নামকরণ ও সংকেত লিখনভিত্তিক

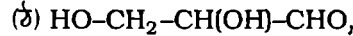
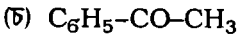
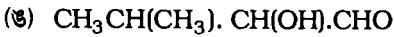
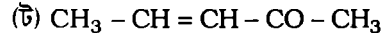
১। নিম্নলিখিত যৌগগুলোর জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতিতে নাম লেখ :



[ব. বো. ২০০৯]



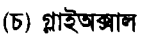
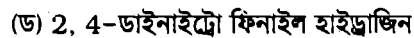
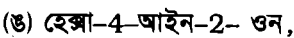
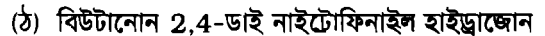
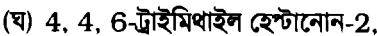
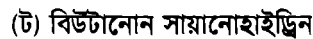
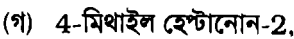
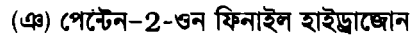
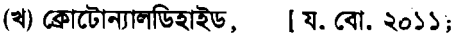
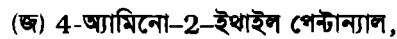
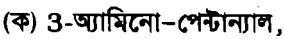
[কু. বো. ২০০৭]



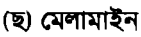
[ব. বো. ২০১১]

[রা. বো. ২০০৯]

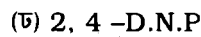
২। নিম্নলিখিত যৌগগুলোর গঠন সংকেত লেখ :



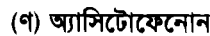
[দা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১০]



[সি. বো. ২০০৯]



[কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১]



[দা. বো. ২০১০]

৩। কার্বনাইল মূলকের অরবিটাল গঠনের চিত্র অঙ্কন কর।

[সি. বো. ২০০৭]

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্ন

১। জৈব রসায়নের মেরুদণ্ড বলতে কার্বনাইল যৌগকে বোঝায়। কার্বনাইল মূলক পোলার হওয়ায় ঘনীভবন পলিমারকরণ দ্বারা বিভিন্ন প্রাস্টিক গঠন করে। এক্ষেত্রে মিথান্যাল, ইথান্যাল ও প্রোপানোনের গুরুত্ব বেশি। মিথান্যাল গ্যাস হওয়ায় বিশেষ নামে এর জলীয় দ্রবণরূপে উৎপাদন করা হয়।

- (ক) কার্বনাইল যৌগ কী? ১
- (খ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, মিথান্যালের জলীয় দ্রবণের পরিচয় কী? মিথেন গ্যাস থেকে মিথান্যালের জলীয় দ্রবণ উৎপাদন সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ঘনীভবন বিক্রিয়া কী? ইউরিয়া-মিথান্যাল পলিমার গঠন ব্যবহারসহ লেখ। ৪

২। কার্যকরী মূলকভিত্তিক জৈব রসায়নে 1°-অ্যালকোহলের মৃদুজারণে অ্যালডিহাইড ও 2°-অ্যালকোহলের জারণে কিটোন উৎপন্ন হয়। অ্যালডিহাইড ও কিটোনের কার্যকরী মূলক ভিন্ন হওয়ায় এদের সক্রিয়তাও ভিন্ন হয়। তবে অ্যালডিহাইড মূলক ও কিটোন মূলক উভয়ই 2:4-DNP বিকারকসহ হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়।

- (ক) ফরমালিন কী? ১
- (খ) টীকা লেখ : ক্যানিজারো বিক্রিয়া ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, পরীক্ষাগারে ইথান্যাল প্রস্তুতিতে উপযুক্ত অ্যালকোহল ও জারক কী? ইথান্যাল প্রস্তুতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, 2:4-DNP এর রাসায়নিক নাম ও সংকেত লেখ। এ বিকারক ব্যবহার করে নিচের সমস্যাটির রাসায়নিক সমাধান দাও। চার কার্বনবিশিষ্ট একটি জৈব যৌগ 'A' জারিত হয়ে 'B' যৌগ উৎপন্ন করে। 'B' যৌগটি 2:4-DNP সহ বিক্রিয়ায় হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়; কিন্তু যৌগটি ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া ও যুক্তিসহ 'A' যৌগটির নাম ও সংকেত লেখ। ৪

৩। সালোক সংশ্লেষণে উৎপন্ন ফরম্যালডিহাইড থেকে আমাদের প্রধান খাদ্য স্টার্চ উৎপন্ন হয়। ফরম্যালডিহাইড, অ্যাসিট্যালডিহাইড, অ্যাসিটোন হল কার্বনাইল যৌগ। 1°-অ্যালকোহলের মৃদু জারণে অ্যাসিট্যালডিহাইড ও 2°-অ্যালকোহলের জারণে অ্যাসিটোন উৎপন্ন হয়। কার্বনাইল যৌগসমূহ 2:4-DNP বিকারকের সাথে হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়।

- (ক) ক্রোটোন্যালডিহাইড কী? ১
- (খ) ফরম্যালডিহাইড, অ্যাসিট্যালডিহাইড, অ্যাসিটোনের কার্বনাইলমূলকভিত্তিক সক্রিয়তা ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, পরীক্ষাগারে অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন প্রস্তুতির উপযুক্ত অ্যালকোহল ও জারকসহ প্রস্তুতির মূলনীতি ও বর্ণনা চিত্রসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, সালোক সংশ্লেষণ কী? উদ্দীপকের 2:4-DNP বিকারক ব্যবহার করে নিচের সমস্যাটির রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ সমাধান কর। একটি জৈব যৌগ লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ দ্বারা জারিত হয়ে 'B' যৌগ উৎপন্ন করে। উৎপন্ন যৌগটি 2:4-DNP সহ হলুদ অধঃক্ষেপ দেয় এবং ফেলিং দ্রবণের সাথে লালচে অধঃক্ষেপ দেয়। 'B' যৌগটিতে তিনটি কার্বন পরমাণু থাকলে A যৌগটির নাম ও গাঠনিক সংকেত সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া ও যুক্তিসহ লেখ। ৪

৪। অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পোলার কার্বনাইল ($\overset{\delta+}{C}=\overset{\delta+}{O}$) মূলক খুবই সক্রিয়। তাই কার্বনাইল যৌগ কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়া, ঘনীভবন বিক্রিয়া, পলিমারকরণ, হ্যালোফরম বিক্রিয়া, জারণ-বিজারণ ইত্যাদি কার্যকরী মূলকভিত্তিক বিক্রিয়া দেয়।

- (ক) হেঞ্জামিন কী? ১
- (খ) কীরূপে কার্বনাইল মূলককে মিথিলিন মূলকে রূপান্তর করা যায়? ২
- (গ) হ্যালোফরম বিক্রিয়া কী? ইথান্যাল হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু মিথান্যাল তা দেয় না কেন ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, কার্বনাইল যৌগ সঞ্চিত নিম্নোক্ত বিক্রিয়াসমূহের সমীকরণ পূর্ণ কর : ৪
- (i) $CH_3CHO +$ লঘু $NaOH \rightarrow ?$
- (ii) $H-CHO +$ গাঢ় $NaOH \rightarrow ?$
- (iii) $CH_3COCH_3 + C_6H_5NH.NH_2 \rightarrow ?$
- (iv) $C_2H_5CHO + (Ag [NH_3]_2)^+ (aq) \rightarrow ?$

৫। কার্বনাইল যৌগ দু'শ্রেণীতে বিভক্ত। কার্বনাইল মূলকের ($\overset{\delta+}{C}=\overset{\delta+}{O}$) দ্বিবন্ধন পোলার হওয়ায় নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া ঘটে। ইথান্যাল এ শ্রেণীর একটি সদস্য এবং এটি 1° -অ্যালকোহলের মৃদুজারণে প্রস্তুত করা যায়।

- (ক) কার্বনাইল যৌগ কী? ১
- (খ) জৈব যৌগে কার্বনাইল মূলক কীরূপে শনাক্ত করা হয়? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ইথান্যাল প্রস্তুতির উপযুক্ত অ্যালকোহল ও জারক ব্যবহার করে পরীক্ষাগারে ইথান্যাল প্রস্তুতির মূলনীতির বিক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা দাও। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, ইথান্যালের সাথে অ্যামোনিয়ার নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়াটি লেখ। উৎপন্ন যৌগের নাম IUPAC পদ্ধতিতে লেখ। ঐ যৌগটি কোন শ্রেণীর স্টেরিও সমাগুতা দেখায় এর শর্তসমূহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৬। অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয় শ্রেণীর যৌগকে কার্বনাইল যৌগ বলা হয়। কার্যকরীমূলক ভিন্ন হওয়ায় এদের মধ্যে রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়। আবার আল্ফা-হাইড্রোজেনের কারণেও অ্যালডিহাইডসমূহের মধ্যে বিশেষ ধর্ম প্রকাশ পায়।

- (ক) হেঞ্জামিন কী? ১
- (খ) অ্যালডিহাইড বিজারণ, কিটোন বিজারণধর্মী নয়- তা বিক্রিয়াসহ প্রমাণ কর। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, আল্ফা হাইড্রোজেন কী? মিথান্যাল ও অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু ইথান্যাল এ বিক্রিয়া দেয় না কেন ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, অ্যালডিহাইড ও কিটোনে কার্বনাইল মূলক আছে। কার্বনাইল মূলকের অরবিটাল গঠন দেখাও। কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) ও অ্যালকিন মূলক ($>C=C<$) উভয়ক্ষেত্রে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য সংক্ষেপে লেখ। ৪

৭। পলিমার শিল্পে অ্যালডিহাইডের বিশেষ গুরুত্ব আছে। অ্যাসিটোন হল কিটোন শ্রেণীভুক্ত। এটি হল গুরুত্বপূর্ণ দ্রাবক। অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয়কে কার্বনাইল যৌগ বলে। অ্যাসিটোন 2° -অ্যালকোহলের জারণ প্রক্রিয়ায় প্রস্তুত করা যায়।

- (ক) কিটো ইনল টটোমারিজম কী? ১
- (খ) টলেন বিকারক কী? এ বিকারকের ব্যবহার সমীকরণসহ লেখ। ২

- (গ) উদ্দীপক মতে, পরীক্ষাগারে অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন প্রস্তুতির উপযুক্ত অ্যালকোহল ও জারক ব্যবহার করে প্রোপানোন প্রস্তুতির বিক্রিয়া ও চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, পলিমার কী? ইউরিয়া থেকে মেলামাইন ও মেলামাইন থেকে মেলামাইন পলিমার বা মেলাডুর প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ। মেলামাইন প্রাস্টিকের বৈশিষ্ট্য লেখ। ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। CH_3CHO এবং CH_3COCH_3 এর মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয় :
 (ক) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ (খ) 2:4-DNP, (গ) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ (ঘ) PCl_3
- ২। CH_3CHO এবং $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ এর মধ্যে পার্থক্যকরণে ব্যবহৃত হয় :
 (ক) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ (খ) $\text{I}_2 + \text{NaOH}$, (গ) LiAlH_4 (ঘ) $\text{ZnCl}_2, \text{HCl}$
- ৩। নিচের কোন্ যৌগটি ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয় ?
 (ক) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CHO}$, (খ) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CHO}$, (গ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO}$ (ঘ) CH_3CHO
- ৪। নিচের কোন্ যৌগটি অ্যালডল বিক্রিয়া দেয় ?
 (ক) H-CHO , (খ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO}$, (গ) $\text{CH}_3\text{-CHO}$ (ঘ) $(\text{CH}_3)_3\text{C-CHO}$
- ৫। মিথাইল কিটো মূলক যুক্ত যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া হল :
 (ক) আয়োডোফর্ম বিক্রিয়া, (খ) ক্যানিজারো বিক্রিয়া, (গ) অ্যালডল ঘনীভবন, (ঘ) উর্টজ বিক্রিয়া,
- ৬। হেঞ্জামিন, সাইক্লোনাইট ও ব্যাকেলাইট প্রস্তুত করা যায় কোন্ যৌগ থেকে?
 (ক) CH_3CHO , (খ) HCHO (গ) CH_3COCH_3 (ঘ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$
- ৭। সিফ-স্কারক উৎপন্ন হয় নিম্নোক্ত কোন্ পদার্থ থেকে?
 (ক) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{NH}_2\text{OH}$, (খ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO} + \text{CH}_3\text{NH}_2$,
 (গ) $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{NH}_3$ (ঘ) $\text{HCHO} + \text{NH}_3$
- ৮। $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ সংকেতের নিচের কোনটি সমাণু হবে না-
 (ক) CH_3COCH_3 (খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ (গ) $\text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$ (ঘ) $\text{CH}_3\text{-CH=CHOH}$
- ৯। নিচের কোন্ বিক্রিয়াটি সঠিক নয়-
 (ক) $2\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow[100\text{ atm}]{250^\circ\text{C. Cu}} 2\text{CH}_3\text{OH}$
 (খ) $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow{500^\circ\text{C. Cu}} 2\text{HCHO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 (গ) $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow{100^\circ\text{C. Ag}} 2\text{HCHO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 (ঘ) $(\text{HCOO})_2\text{Ca} \xrightarrow{\Delta} \text{H-CHO} + \text{CaCO}_3$

১০। কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) এর ক্ষেত্রে নিচের কোনটি প্রযোজ্য নয়?

(ক) sp^3 সংকরিত C পরমাণু

(খ) একটি σ বন্ধন ও একটি π বন্ধন আছে

(গ) বন্ধন কোণ 120°

(ঘ) গঠন সমতলীয়

১১। কিটোনের বেলায় কোনটি প্রযোজ্য হবে না?

(ক) কার্বনাইল মূলক আছে

(খ) দুটি অ্যালকাইল মূলক আছে

(গ) কার্বনাইল মূলকে H- পরমাণু থাকে

(ঘ) দুটি অ্যারাইল মূলক থাকে

১২। কিটোনের বেলায় কোনটি প্রযোজ্য হবে না?

(ক) কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়া

(খ) বিজারণধর্মী

(গ) প্রবল জারণে কার্বঞ্জালিক এসিড তৈরি

(ঘ) প্রবল বিজারণে 2° অ্যালকোহল তৈরি

১৩। ক্লিমনেসেন বিজারণ বিক্রিয়াটি নিচের কোনটির বেলায় সঠিক নয়?

(ক) ইথান্যাল থেকে ইথেন

(খ) প্রোপানোন থেকে প্রোপেন

(গ) বেনজ্যালডিহাইড থেকে টলুইন

(ঘ) ইথানোয়িক এসিড থেকে ইথানল

১৪। কোন যৌগটি আয়োডোফর্ম বিক্রিয়া দেয় না?

(ক) ইথানল

(খ) ইথান্যাল

(গ) মিথান্যাল

(ঘ) অ্যাসিটোন

১৫। হেঞ্জামিন যৌগের ক্ষেত্রে কোন তথ্যটি সঠিক নয়?

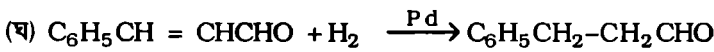
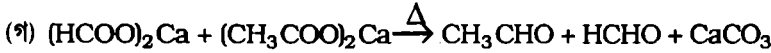
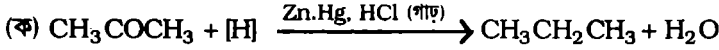
(ক) মিথান্যাল ও NH_3 এর যৌগ

(খ) সাইক্লোনাইট ধিম্ফোরক তৈরি হয়

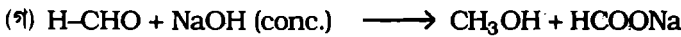
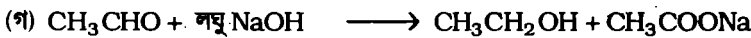
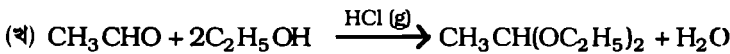
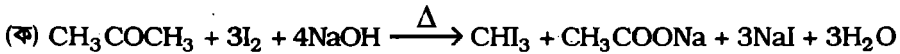
(গ) মৃত প্রাণী সংরক্ষণে ব্যবহৃত

(ঘ) বাতজ্বর ও মূত্রাশয় রোগের ঔষুধ

১৬। নিচের কোন বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয়?



১৭। নিচের কোন বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয়?



খ-১ MCQ এর উত্তরমালা

১। (গ), ২। (খ), ৩। (গ), ৪। (গ), ৫। (ক), ৬। (খ), ৭। (খ), ৮। (ঘ), ৯। (গ), ১০। (ক), ১১। (গ),

১২। (খ), ১৩। (ঘ), ১৪। (গ), ১৫। (গ), ১৬। (গ), ১৭। (গ),

খ-২ MCG : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের

- ১। কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) এর ব্যাপারে শিক্ষার্থী নিচের তথ্য দিল :
- (i) C- পরমাণু sp^2 সংকরিত (ii) বন্ধন কোণ 120° (iii) গঠন সমতলীয়
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i)
- ২। কার্বনাইল মূলকে কেন্দ্রাকর্ষী বিক্রিয়ায় অংশ নেয় নিচের কোন বিকারক:
- (i) HCN (ii) $RMgX$ (iii) NH_2-NH_2
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)
- ৩। ক্যানিজারো বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে-
- (i) ফরম্যালডিহাইড (ii) বেনজ্যালডিহাইড (iii) α -H যুক্ত অ্যালডিহাইড
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ৪। অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া ঘটে লঘু NaOH দ্রবণসহ :
- (i) α -H যুক্ত অ্যালডিহাইড (ii) CH_3CHO (iii) বেনজ্যালডিহাইড
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ৫। কোন প্রাস্টিক তৈরিতে মিথান্যাল ব্যবহৃত হয়-
- (i) মেলামাইন পলিমার (মেলাডুর), (ii) ব্যাকেলাইট, (iii) পলিস্ট্যারিন
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii), (ঘ) (ii)
- ৬। মিথান্যাল থেকে তৈরি করা হয় নিম্নোক্ত যৌগ-
- (i) হেঞ্জামিন (ii) ফরমালিন (iii) মেলামাইন-পলিমার
কোনটি সঠিক হবে ?
- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

৭। অ্যালডিহাইড শনাক্তকরণে ব্যবহৃত বিকারক হল—

- (i) ফেলিং দ্রবণ (ii) টলেন বিকারক (iii) লুকাস বিকারক

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (i) (ঘ) (i), (ii) ও (ii)

৮। ইথান্যালের সাথে ঘনীভবন বিক্রিয়া ঘটে নিচের কোন বিকারকসহ ?

- (i) লঘু NaOH সহ, (ii) $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, (iii) 2:4-DNP

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

৯। ক্রিমেনসন বিজারণ দ্বারা নিচের কোন যৌগ প্রস্তুত করা হয় ?

- (i) ইথান্যাল থেকে ইথেন, (ii) বেনজ্যালডিহাইড থেকে টলুইন, (iii) ইথানোয়িক এসিড থেকে ইথানল

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

১০। হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয় কোন যৌগ ?

- (i) ইথানল (ii) ইথান্যাল (iii) ইথানোয়িক এসিড

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

খ-২ MCG এর উত্তরমালা :

১। (খ), ২। (গ), ৩। (ক), ৪। (ক), ৫। (ক), ৬। (গ) ৭। (ক), ৮। (খ), ৯। (ক), ১০। (ক)।

খ-৩ MCG : অভিনু তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতা স্তরভিত্তিক :

১। C_6H_{12} আগবিক সংকেতের অ্যালকিনকে ওজোনোলাইসিস করে $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ সংকেতের দুটি কার্বনাইল সমাণু উৎপন্ন হয়। $\text{C}_6\text{H}_{12} \xrightarrow{\text{ওজোনোলাইসিস}} \text{(A) C}_3\text{H}_6\text{O} + \text{C}_3\text{H}_6\text{O (B)}$

এ বিক্রিয়াভিত্তিক নিচের (১)নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও —

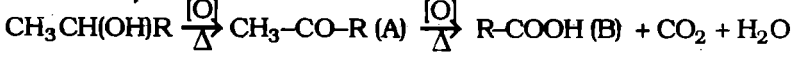
(১) A নামক যৌগটি টলেন বিকারকের সাথে সিলভার দর্পণ তৈরি করে থাকে, তখন A হবে—

- (ক) প্রোপান্যাল (খ) প্রোপানল (গ) প্রোপানোন (ঘ) প্রোপিন অক্সাইড

(২) B নামক যৌগটি 2:4-DNP এর সাথে বাদামি অধঃক্ষেপ দেয়; ফেলিং দ্রবণের সাথে নিষ্ক্রিয় :

- (ক) প্রোপানল (খ) প্রোপানোন (গ) প্রোপান্যাল (ঘ) প্রোপিন অক্সাইড

- ২। $\text{CH}_3\text{-CH(OH)R}$ সংকেতের অ্যালকোহলটি ধীরে ধীরে জারিত করলে কার্বনাইল যৌগ 'A' এবং কার্বক্সিলিক এসিড 'B' উৎপন্ন করে।



এ বিক্রিয়াভিত্তিক নিচের (১)নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও

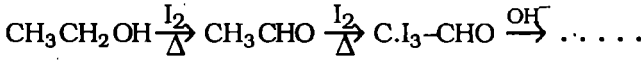
(১) A নামক যৌগটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয় কোনটি?

- (ক) 2:4-DNP সহ বিক্রিয়া করে (খ) টলেন বিকারকসহ বিক্রিয়া ঘটে
(গ) গুরুত্বপূর্ণ দ্রাবক (ঘ) অ্যালডল বিক্রিয়া দেয়

(২) অ্যালকোহল অণুতে $\text{R} = -\text{CH}_3$ থাকলে উৎপন্ন এসিডের বেলায় কোনটি সঠিক নয়?

- (ক) ইথানোয়িক এসিড (খ) দ্বিতীয় এসিড সমগোত্রক
(গ) ফরমালিনে থাকে না (ঘ) গ্লিসিয়াল অ্যাসিটিক এসিডে থাকে

- ৩। ইথানলকে আয়োডিন ও NaOH মিশ্রণসহ উত্তপ্ত করলে প্রথমে দুই ধাপ বিক্রিয়া হল নিম্নরূপ :



এ বিক্রিয়াভিত্তিক নিচের (১) ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

(১) $\text{C.I}_3\text{-CHO}$ এর বেলায় কোনটি সঠিক নয়?

- (ক) ট্রাই আয়োডো ইথান্যাল (খ) ক্ষারসহ আয়োডোফরম উৎপন্ন করে
(গ) ক্ষারসহ হলুদ অধঃক্ষেপ দেয় (ঘ) অ্যালডিহাইডের ২য় সমগোত্রক

(২) CH_3CHO এর বেলায় কোনটি সঠিক নয়

- (ক) ইথান্যাল (খ) ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়
(গ) অ্যাসিট্যালডিহাইড (ঘ) টলেন বিকারকসহ বিক্রিয়া দেয়

খ-৩ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (১) (ক), (২) (খ) ; ২। (১) (খ), (২) (গ); ৩। (১) (ঘ) (২) (খ)।

 Id: www.facebook.com/tanbir.cox

 Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks

 Web: www.tanbircox.blogspot.com

বিষয়বস্তু (Syllabus)

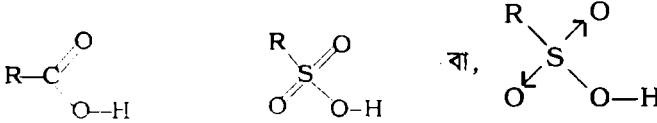
- ১। জৈব এসিড : সংজ্ঞা, শ্রেণীবিভাগ ও নামকরণ।
- ২। কার্বক্সিলিক এসিডের সাধারণ প্রস্তুতি ও শিল্পোৎপাদন।
- ৩। ধর্মাবলি : গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ভিত্তিতে জৈব এসিডের ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্ম।
- ৪। জৈব এসিডের সক্রিয়তা ও অম্লত্ব।
- ৫। জৈব এসিডের জাতকসমূহ : প্রস্তুতি, গঠন ও বন্ধনের ভিত্তিতে তাদের সক্রিয়তা ও ধর্ম।
- ৬। পলিএস্টার, সাবান, ডিটারজেন্ট, পলি-অ্যামাইড (নাইলন) ও ইউরিয়ার প্রস্তুতি সংক্রান্ত রসায়ন এবং তাদের ব্যবহার।

উদ্দেশ্য (Objectives)

১. এক-ক্ষারকীয় ও দ্বি-ক্ষারকীয় জৈব এসিডের নামকরণ সম্পর্কে ধারণা লাভ।
২. জৈব এসিডসমূহ ও তাদের জাতকসমূহের প্রস্তুতপ্রণালী সম্পর্কে ধারণা লাভ।
৩. মিথানোয়িক এসিড, ইথানোয়িক এসিড ও বেনজোয়িক এসিড-এর শিল্পোৎপাদন প্রণালী সম্পর্কে ধারণা লাভ।
৪. গঠন ও বন্ধনের ভিত্তিতে জৈব এসিডের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে জ্ঞান লাভ।
৫. শিল্পক্ষেত্রে জৈব এসিডের জাতকসমূহ যেমন, অ্যাসাইল ক্লোরাইড, এস্টার, এসিড অ্যানহাইড্রাইড, এসিড অ্যামাইড ইত্যাদির ব্যবহার সম্পর্কে জ্ঞান লাভ।

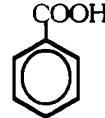
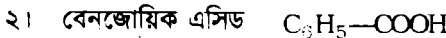
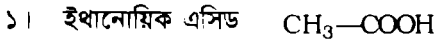
৯.১ ভূমিকা (Introduction)

জৈব এসিডে মূলত কার্বক্সিল মূলক অথবা সালফোনিক এসিড মূলক থাকে। যেমন,

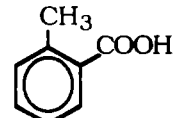


এ অধ্যায়ে কেবল কার্বক্সিলিক এসিড ও এদের জাতক সম্বন্ধে আলোচনা করা হল :

(ক) কার্বক্সিলিক এসিডের সংজ্ঞা : যে সব জৈব যৌগের অণুতে একযোজী কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$) বর্তমান থাকে এবং অম্লধর্ম প্রকাশ পায়, এদেরকে কার্বক্সিলিক এসিড বলে। কার্বক্সিলিক এসিডের অপর নাম জৈব এসিড। জৈব এসিড অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় প্রকার হতে পারে। যেমন,

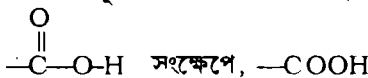


বেনজোয়িক এসিড



টলুয়িক এসিড

জৈব এসিড বা কার্বক্সিলিক এসিডের কার্যকরী মূলকের নাম হল কার্বক্সিল মূলক। এ মূলকের গাঠনিক সংকেতে একটি কার্বনাইল মূলকের সাথে একটি হাইড্রক্সিল মূলক যুক্ত থাকে। যেমন,



(খ) ফ্যাটি এসিড (Fatty Acid)

সংজ্ঞা : অ্যালিফেটিক এসিডের অণুতে একটি মাত্র কার্বক্সিলমূলক থাকলে এদেরকে মনোকার্বক্সিল এসিড বলে। অ্যালিফেটিক মনোকার্বক্সিলিক এসিড শ্রেণীকে ফ্যাটি এসিডও বলা হয়। কারণ এ শ্রেণীর উচ্চতর সদস্যকে প্রাথমিকভাবে, ‘ফ্যাট’ বা চর্বি থেকে অল্পীয় আর্দ্র বিশ্লেষণে প্রস্তুত করা হয়। যেমন,

পামিটিক এসিড $[CH_3(CH_2)_{14}.COOH]$, স্টেয়ারিক এসিড $[CH_3(CH_2)_{16}.COOH]$ ইত্যাদি;

ফ্যাটি এসিড সম্ভূক্ত ও অসম্ভূক্ত উভয় প্রকার হতে পারে। সম্ভূক্ত ফ্যাটি এসিডের সাধারণ সংকেত হল $C_nH_{2n+1}-COOH$ যেমন,

- সম্ভূক্ত ফ্যাটি এসিডের উদাহরণ হল :
- (১) প্রোপানোয়িক এসিড CH_3CH_2COOH
 - (২) স্টেয়ারিক এসিড $C_{17}H_{35}COOH$
 - (৩) পামিটিক এসিড $C_{15}H_{31}COOH$

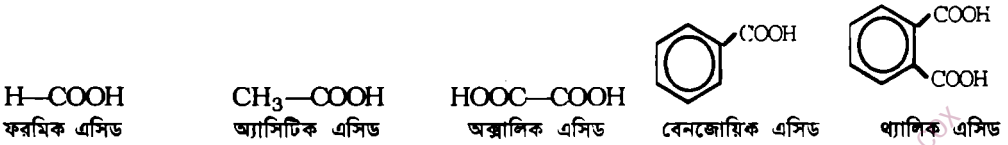
অসম্ভূক্ত ফ্যাটি এসিডের কার্বন শিকলে এক বা একাধিক দ্বিবন্ধন থাকে।

অসম্ভূক্ত ফ্যাটি এসিডের উদাহরণ হল-

- (১) অ্যাক্রালিক এসিড $CH_2=CHCOOH$
- (২) অলিয়িক এসিড $C_{17}H_{33}COOH$ বা, $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$
- (৩) লিনোলিক এসিড $C_{17}H_{31}COOH$ বা, $CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_2(CH_2)_6COOH$

৯.২ কার্বক্সিলিক এসিডের শ্রেণীবিভাগ
Classification of carboxylic acids

১। গঠন অনুসারে : কার্বক্সিল মূলকের সঙ্গে যুক্ত মূলকের প্রকৃতি বেমন, অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক অনুসারে কার্বক্সিলিক এসিডসমূহকে প্রধানত দু শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন, অ্যালিফেটিক কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যারোমেটিক কার্বক্সিলিক এসিড। উদাহরণস্বরূপ, ফরমিক এসিড, অ্যাসিটিক এসিড, অক্সালিক এসিড ইত্যাদি হল অ্যালিফেটিক এসিড; আর বেনজোয়িক এসিড, থ্যালিক এসিড ইত্যাদি হল অ্যারোমেটিক এসিড। অ্যারোমেটিক এসিডসমূহে বেনজিন নিউক্লিয়াস যুক্ত থাকে। এদের সংকেত নিম্নরূপ :



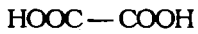
২। কার্বক্সিল মূলকের সংখ্যানুসারে : জৈব এসিডসমূহকে এদের অণুতে সংযুক্ত কার্বক্সিল মূলকের সংখ্যানুসারে মনো, ডাই ও পলি কার্বক্সিলিক এসিড ইত্যাদি উপশ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

(ক) মনোকার্বক্সিলিক এসিড : এদের অণুতে একটি কার্বক্সিল মূলক ($-COOH$) যুক্ত থাকে। এরা অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় শ্রেণীর হতে পারে। যেমন, অ্যাসিটিক এসিড হল অ্যালিফেটিক এবং বেনজোয়িক এসিড হল অ্যারোমেটিক মনোকার্বক্সিলিক এসিড।

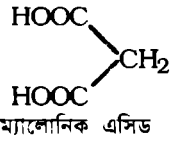


(খ) ডাইকার্বক্সিলিক এসিড : এদের অণুতে দুটি কার্বক্সিল মূলক থাকে। এরা অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক

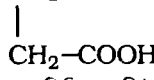
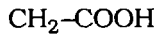
উভয় শ্রেণীর হতে পারে। যেমন, অক্সালিক এসিড হল অ্যালিফেটিক এবং থ্যালিক এসিড হল অ্যারোমেটিক ডাই-কার্বক্সিলিক এসিড।



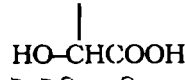
অক্সালিক এসিড



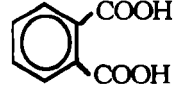
ম্যালোনিক এসিড



সাকসিনিক এসিড

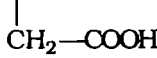
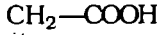


টারটারিক এসিড



অর্থাৎ থ্যালিক এসিড

(গ) পলিকার্বক্সিলিক এসিড : এদের অণুতে তিনটি বা তিনের অধিক কার্বক্সিল মূলক থাকে। যেমন,

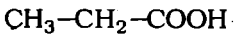


সাইট্রিক এসিড

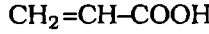
৩। কার্বন শিকলের প্রকৃতি অনুসারে

কার্বন শিকলে একক সিগমা বন্ধন ও পাই (π) বন্ধনের উপস্থিতি অনুসারে জৈব এসিডকে সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত

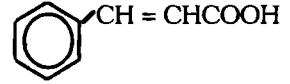
এ দু'শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,



প্রোপানোয়িক এসিড (সম্পৃক্ত)



অ্যাক্রালিক এসিড (অসম্পৃক্ত)



সিনামিক এসিড (অসম্পৃক্ত)

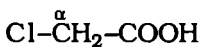
৯.৩ কার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণ

Nomenclature of carboxylic acids

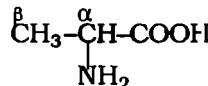
১। সাধারণ পদ্ধতি (Common System) : অনেক সরল শিকল অ্যালিফেটিক মনোকার্বক্সিলিক এসিড প্রাকৃতিক উৎস থেকে পাওয়া যায়। এজন্য এদের নামকরণ সাধারণ পদ্ধতিতে করা হয়েছে। এ পদ্ধতিতে এসিডের উৎস নির্দেশক ল্যাটিন শব্দের শেষে 'ইক এসিড' (ic acid) বসে। যেমন,

H-COOH	ফরমিক এসিড	[L. Formica,	= পিপড়া]
CH ₃ COOH	অ্যাসিটিক এসিড	[L. Acetum	= ভিনেগারে]
CH ₃ CH ₂ COOH	প্রোপিয়নিক এসিড	[Gr. Proton	= প্রথম
	(Propionic acid)	Pion	= চর্বি]
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	বিউটারিক এসিড	[L. Butyram	= বাটার]
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	পামিটিক এসিড	[L. Palm oil	= পাম তৈল]
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	স্টয়ারিক এসিড	[Gr. Stear	= চর্বি]

প্রতিস্থাপিত মনোকার্বক্সিলিক এসিডের বেলায়, -COOH মূলকের পরের কার্বনকে α -কার্বন এবং এর পরের কার্বনকে β , γ , δ ইত্যাদি গ্রিক হরফ দ্বারা চিহ্নিত করে প্রতিস্থাপক মূলকের অবস্থান উল্লেখ করা হয়। যেমন,



α -ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিড



α -আমিনো প্রোপিয়নিক এসিড

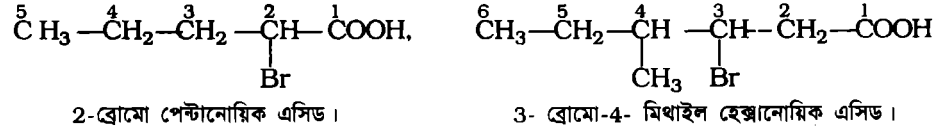
২। জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতি (IUPAC System)

(ক) মনোকার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণের জন্য চতুর্থ অধ্যায়ের ৪.১৩.২ (গ-১২) অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

এসিডের সমসংখ্যক C পরমাণুবিশিষ্ট অ্যালকেন (Alkane) এর শেষের অক্ষর 'e' এর পরিবর্তে oic (অয়িক) শব্দাংশ বসিয়ে পরে 'acid' (এসিড) শব্দ যোগ করে Alkanoic acid (অ্যালকানোয়িক এসিড) করা হয়। পার্শ্ব শিকল বা প্রতিস্থাপক মূলকের অবস্থান নির্দেশের জন্য—COOH মূলক থেকে সংখ্যায়িত করা হয়। একই যৌগে একাধিক কার্যকরী মূলক বা প্রতিস্থাপক থাকলে চতুর্থ অধ্যায়ের জৈব যৌগের নামকরণের বিভিন্ন মূলকের অগ্রগণ্য তালিকা মতে নামকরণ করা হয়। যেমন,

- R—COOH, অ্যালকানোয়িক এসিড [Alkane — e + oic acid = Alkanoic acid.]
 ১। HCOOH, মিথানোয়িক এসিড [Methane — e + oic acid = Methanoic acid]
 ২। CH₃COOH, ইথানোয়িক এসিড [Ethane — e + oic acid = Ethanoic acid]
 ৩। CH₃CH₂COOH, প্রোপানোয়িক এসিড [Propane — e + oic acid = Propanoic acid]

পার্শ্বশিকল বা প্রতিস্থাপক মূলক যুক্ত এসিডের বেলায় —COOH মূলক থেকে 1 সংখ্যায়িত করে নিম্নলিখিতভাবে নামকরণ করা হয় :



(খ) ডাইকার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণ : ডাইকার্বক্সিলিক এসিডগুলো সাধারণত সাধারণ পদ্বতির নামেই পরিচিত। জেনেভা বা ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্বতিতে মূল অ্যালকেনের নাম করে শেষে 'ডাইঅয়িক এসিড' (dioic acid) শব্দগুলো যোগ করে অ্যালকেন ডাইঅয়িক এসিড নামকরণ করা হয়। (Alkane + dioic acid = Alkane-dioic acid) যেমন,

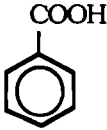
- ১। CH₃—CH₃ ইথেন ১। HOOC—COOH ইথেন ডাইঅয়িক এসিড (Ethane-di-oic acid)
 ২। CH₃—CH₂—CH₃ প্রোপেন ২। HOOC—CH₂—COOH প্রোপেন ডাইঅয়িক এসিড (Propane-dioic acid)

সারণি ৯.১ : কতগুলো ডাইকার্বক্সিলিক এসিডের সংকেত, সাধারণ পদ্বতি ও জেনেভা পদ্বতিতে নামকরণ।

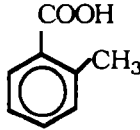
সাধারণ পদ্বতিতে নাম	জেনেভা পদ্বতিতে নাম	সংকেত	গলনাঙ্ক °C
১। অক্সালিক এসিড	ইথেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—COOH	189.5
২। ম্যালোনিক এসিড	প্রোপেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—CH ₂ —COOH	135.5
৩। সাক্সিনিক এসিড	বিউটেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—(CH ₂) ₂ —COOH	185.0
৪। গ্লটারিক এসিড	পেন্টেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—(CH ₂) ₃ —COOH	97.5
৫। অ্যাডিপিক এসিড	হেক্সেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—(CH ₂) ₄ —COOH	150.0
৬। পিমেলিক এসিড	হেপ্টেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—(CH ₂) ₅ —COOH	104.0
৭। সুবেরিক এসিড	অক্টেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—(CH ₂) ₆ —COOH	144.0
৮। অ্যাজেলায়িক এসিড	ননেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—(CH ₂) ₇ —COOH	107.0
৯। সেবাসিক এসিড	ডেকেন ডাই অয়িক এসিড	HOOC—(CH ₂) ₈ —COOH	133.0

বিশেষ দ্রষ্টব্য : উপরিউক্ত নয়টি ডাইকার্বক্সিলিক এসিডের নাম মনে রাখার উপায় স্বরূপ নিম্নে উল্লিখিত ইংরেজি বাক্যটি মনে রাখার মত। যেমন, O My Son Go And Pray Sincerely And Silently. এ বাক্যের প্রতিটি শব্দের প্রথম অক্ষর দ্বারা এক একটি এসিডের নামের আদি অক্ষর প্রকাশ করছে।

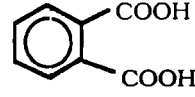
(গ) অ্যারোমেটিক এসিডের নামকরণ : এদের মূল হাইড্রোক্যাৰ্বনের নামের শেষে 'ইন (ene)' বাদ দিয়ে 'অয়িক (oic)' শব্দ যোগ করা হয়। যেমন, Benzene-ene + oic acid = Benzoic acid । অনেক ক্ষেত্রে সাধারণ পদ্ধতিতেও নামকরণ হয়। যেমন,



বেনজোয়িক এসিড বা
বেনজিন কার্বক্সিলিক এসিড



অর্থো টলুয়িক এসিড বা
2-মিথাইল বেনজোয়িক এসিড



অর্থো-থ্যালিক এসিড বা
বেনজিন-1,2-ডাইকার্বক্সিলিক এসিড

৯.৪ এসিড জাতকসমূহের নামকরণ Nomenclature of acid derivatives

নিচে জৈব কার্বক্সিলিক এসিডের জাতকসমূহের সংকেত, নাম ও উদাহরণ দেয়া হল :

সারণি ৯.২ : কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক; এদের অণুতে অ্যাসাইল মূলক, $R-CO$ থাকে।

সাধারণ সংকেত	নাম	উদাহরণ : মূলক ও উদ্ভূতকের নাম	
$R-C(=O)-$	অ্যাসাইল মূলক	CH_3CO-	ইথানোয়িল মূলক
$R-C(=O)-O-$	কার্বক্সিলেট আয়ন	$CH_3CO_2^-$	ইথানোয়েট আয়ন
$R-C(=O)Cl$	এসিড ক্লোরাইড	CH_3COCl	ইথানোয়িল ক্লোরাইড
$R-C(=O)O-C(=O)R'$	এসিড অ্যানহাইড্রাইড	$(CH_3CO)_2O$	ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড
$R-C(=O)NH_2$	অ্যামাইড	CH_3CONH_2	ইথান্যামাইড
$R-C(=O)O-R'$	কার্বক্সিলিক এস্টার	$CH_3CO_2C_2H_5$	ইথাইল ইথানোয়েট
* $R-C \equiv N$	নাইট্রাইল	CH_3CN	ইথেন নাইট্রাইল

* এখানে নাইট্রাইলকে অন্তর্ভুক্ত করা হল। কারণ নাইট্রাইলসমূহের বিক্রিয়ার সাথে কার্বক্সিলিক এসিডের

বিক্রিয়ার সম্পর্ক আছে।

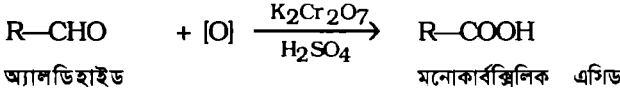
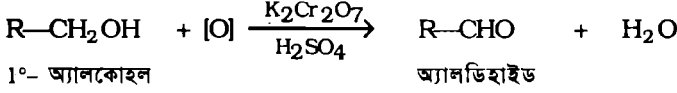
৯.৫ কার্বক্সিলিক এসিডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী

General methods of preparations of carboxylic acids

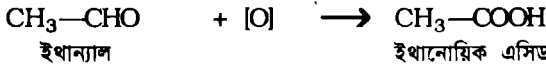
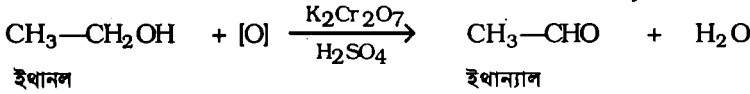
(ক) অ্যালিকফেটিক মনোকার্বক্সিলিক এসিড প্রস্তুতি :

১। অ্যালকোহল ও অ্যালডিহাইড থেকে : জারণ প্রক্রিয়ায়

প্রাইমারি অ্যালকোহল ও অ্যালডিহাইডকে এসিড ডাইক্রোমেট বা এসিড পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারিত করলে অ্যালকোহল বা অ্যালডিহাইডের সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন হয়। যেমন,

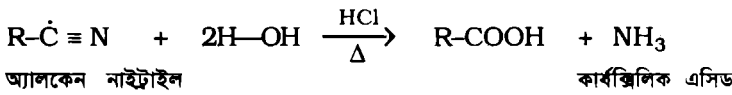
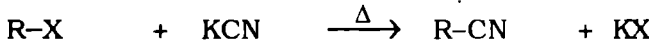


উদাহরণ : ইথানলকে গাঢ় H₂SO₄ মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাইক্রোমেটসহ উত্তপ্ত করলে ইথানল জারিত হয়ে প্রথমে ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড ও পরে ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিডে পরিণত হয়।

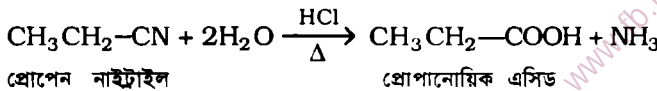


২। অ্যালকেন নাইটাইল বা অ্যালকাইল সায়ানাইড থেকে : আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায়

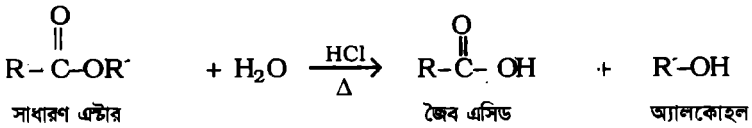
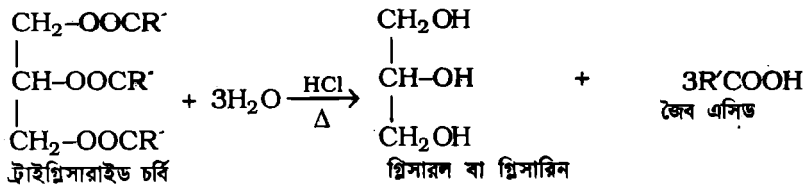
অ্যালকেন নাইটাইল বা অ্যালকাইল সায়ানাইডকে লঘু খনিজ এসিড যেমন, HCl বা স্কার দ্রবণ সহযোগে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। এ পদ্ধতির শ্রয়োজনীয় অ্যালকাইল সায়ানাইড (R-CN বা নাইটাইল) অ্যালকাইল হ্যালাইড ও KCN এর বিক্রিয়ায় সহজেই পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে জলীয় ইথানল দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে কার্বক্সিলিক এসিড উৎপাদন খুবই ভাল হয়।



উদাহরণ : প্রোপেন নাইটাইল বা ইথাইল সায়ানাইড ও লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে প্রোপেন নাইটাইল আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে প্রোপানোয়িক এসিড ও অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।

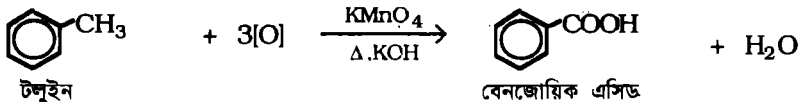


৩। এস্টার (R-COOR') থেকে : উদ্ভিজ্জ তৈল ও প্রাণিজ চর্বি হল উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের টাইগ্লিসারাইড এস্টার। এ এস্টারকে লঘু খনিজ এসিড সহযোগে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে উচ্চতর ফ্যাটি এসিড ও গ্লিসারল বা গ্লিসারিন উৎপন্ন হয়। সাধারণ এস্টারও ব্যবহার করা যায়। তৈল বা চর্বি থেকে গ্লিসারিন উৎপাদনের এটাই মূলনীতি।

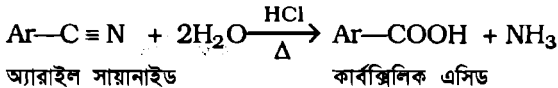


(খ) অ্যারোমেটিক কার্বক্সিলিক এসিড প্রস্তুতি :

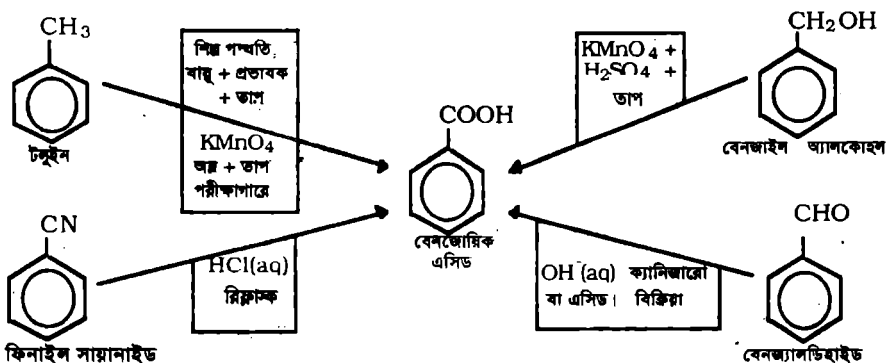
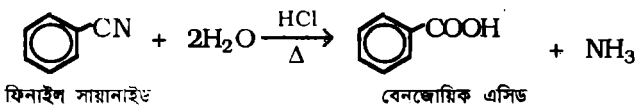
১। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের জারণ প্রক্রিয়ায় : পার্শ্ব শিকলযুক্ত অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন, টলুইনকে লঘু নাইটিক এসিড বা পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক এসিডের মিশ্রণ বা ক্ষারীয় পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VII) দ্রবণ দ্বারা জারিত করলে অ্যারোমেটিক কার্বক্সিলিক এসিড যেমন, বেনজোয়িক এসিড উৎপন্ন হয়।



২। অ্যারাইল সায়ানাইড বা নাইটাইল থেকে : লঘু HCl দ্রবণ বা লঘু ক্ষার দ্রবণ দ্বারা অ্যারাইল সায়ানাইড বা নাইটাইলকে অর্ধ বিশ্লেষণ করলে অ্যারোমেটিক কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন হয়।



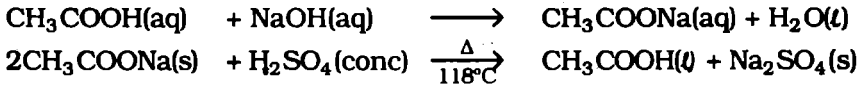
উদাহরণ : ফিনাইল সায়ানাইডকে লঘু HCl এর উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে বেনজোয়িক এসিড ও অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। উল্লেখ্য ডায়াজেনিয়াম লবণ থেকে অ্যারাইল সায়ানাইড সংশ্লেষণ করা হয়।



চিত্র ৯.১ : বিভিন্ন যৌগ থেকে বেনজোয়িক এসিড প্রস্তুতির চিত্ররূপ।

অবশেষ থাকে। এ ধূসর অবশেষকে 'গ্রে অ্যাসিটেট অব লাইমস' বলে। এ ক্যালসিয়াম ইথানোয়েটকে লঘু H_2SO_4 সহ পাতন করা হয়; তখন পাতিত তরলরূপে 40 - 60% ইথানোয়িক এসিড পাওয়া যায়।

বিশোধন : পাইরোলিগনিয়াস এসিড থেকে প্রাপ্ত ইথানোয়িক এসিডে পানি থাকে। এ এসিডকে NaOH দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত এবং তাপ প্রয়োগে ঘনীভূত করে শীতল করা হয়। তখন সোডিয়াম ইথানোয়েটের কেলাস ($CH_3COONa \cdot 3H_2O$) পাওয়া যায়। এ কেলাসকে পৃথক করে তাপ প্রয়োগে বিগলিত করলে এর কেলাস-পানি দূর হয়। এরূপে প্রাপ্ত অনার্দ্র সোডিয়াম ইথানোয়েটকে গাঢ় H_2SO_4 সহ পাতন করলে $118^\circ C$ তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ ইথানোয়িক এসিড (99.5%) বা গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক এসিড পাওয়া যায়।



৯.৮ ইথানোয়িক এসিডের ব্যবহার (Uses of Ethanoic acid)

(১) উৎপাদিত ইথানোয়িক এসিডের প্রায় সবটাই ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডে পরিণত করা হয়। ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড ফেব্রিক অ্যাসিটেট রেয়ন ও অ্যাস্পিরিন ওষুধ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(২) ক্লোরো ইথানোয়িক এসিড কৃষিক্ষেত্রে আগাছা দমনে ব্যবহৃত হয়।

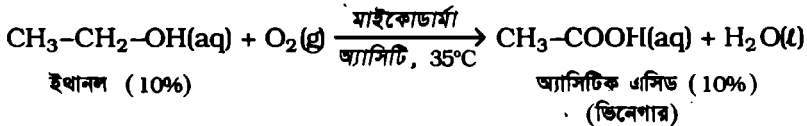
(৩) এছাড়া পরীক্ষাগারে বিকারকরূপে ইথানোয়িক এসিড ব্যবহৃত হয়।

(৪) মাছ ও মাংসের সংরক্ষণে সিকি বা ভিনেগার নামে লঘু অ্যাসিটিক এসিড ব্যবহৃত হয়।

ভিনেগার (Vinegar) : অ্যাসিটিক এসিডের 6 - 10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলা হয়। বাণিজ্যিকভাবে প্রস্তুত ভিনেগারে কিছু খাদ্যবস্তুর রং ও সুগন্ধি বস্তু মিশ্রিত করা হয়। ভিনেগার বিশেষত ফলের আচার সংরক্ষণে, স্যুপের স্বাদ বৃদ্ধিতে, মাছ মাংস রান্নার কাজে, সালাত তৈরি ও ফ্রিজ পরিষ্কার করতে ব্যবহৃত হয়।

৯.৮.১ ভিনেগার প্রস্তুতি : কুইক ভিনেগার পদ্ধতি

ইথানল অ্যালকোহলের 10% জলীয় দ্রবণকে 'মাইকোডার্মা অ্যাসিটি' নামক ব্যাকটেরিয়ার উপস্থিতিতে উত্তপ্ত বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে ভিনেগার প্রস্তুত করা হয়।

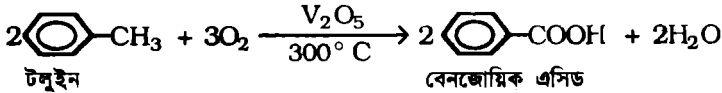


প্রস্তুতির বর্ণনা : এ পদ্ধতিতে ব্যবহৃত কাঠের পিপার ওপর ও নিচের দিকে দুটি ছিদ্রযুক্ত তাক থাকে। ঐ তাক দুটির মাঝখানে নরম বীচ কাঠের গুঁড়া ভর্তি করে 'মাইকোডার্মা অ্যাসিটি' নামক ব্যাকটেরিয়া যুক্ত লঘু অ্যাসিটিক এসিড দ্বারা ঐ কাঠের গুঁড়াকে ভিজিয়ে রাখা হয়। পরে ঐ ব্যাকটেরিয়া বৃদ্ধির সহায়ক অ্যামোনিয়াম ফসফেট ও সালফেট লবণ মিশ্রিত 10% ইথানলের জলীয় দ্রবণ পিপার ওপর দিক থেকে কাঠের গুঁড়ার মধ্যে সূক্ষ্ম ধারায় স্প্রে করা হয় এবং $35^\circ C$ উত্তপ্ত বায়ুকে নিচের দিক থেকে কাঠের গুঁড়ার মধ্যে চালনা করা হয়। তখন ব্যাকটেরিয়ার প্রভাবে ইথানল বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে 6 - 10% অ্যাসিটিক এসিডের জলীয় দ্রবণ উৎপন্ন হয় এবং পিপার তলদেশের নির্গম পথ দিয়ে তা সঞ্চারিত করা হয়। শেষে ঐ 6 - 10% অ্যাসিটিক এসিডের জলীয় দ্রবণে বিভিন্ন রং ও সুগন্ধি মিশিয়ে ভিনেগার বা সিকি নামে বাজারে বিক্রি করা হয়।

৯.৯ বেনজোয়িক এসিডের শিল্পোৎপাদন

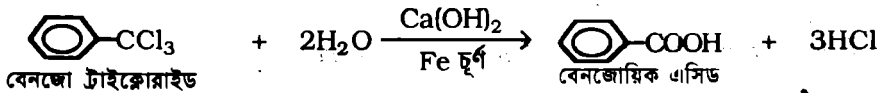
Industrial Production of Benzoic acid

১। টলুইন থেকে বেনজোয়িক এসিড : ভ্যানাডিয়াম পেন্টক্সাইডের উপস্থিতিতে, 300°C তাপমাত্রায় টলুইনকে বায়ুর সাহায্যে জারিত করলে বেনজোয়িক এসিড পাওয়া যায়।



V₂O₅-এর পরিবর্তে Co-Mn-অ্যাসিটেট প্রভাবক ব্যবহার করলে 170°C -এ জারণ ক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

২। বেনজো ট্রাইক্লোরাইড থেকে : ফুটন্ত টলুইনকে ক্লোরিনেশন করলে বেনজো ট্রাইক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পরে বেনজো ট্রাইক্লোরাইডকে লৌহ চূর্ণের উপস্থিতিতে জলীয় Ca(OH)₂ সহযোগে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে বেনজোয়িক এসিড উৎপন্ন হয়।

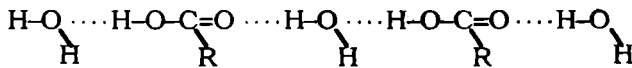


৯.১০ কার্বক্সিলিক এসিডসমূহের ভৌত ধর্ম

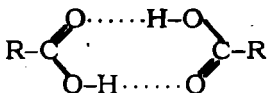
Physical Properties of Carboxylic acids

১। ভৌত অবস্থা : মনোকার্বক্সিলিক এসিডের প্রথম নয়টি (C₁-C₉) সদস্য বর্ণহীন তরল, উচ্চতর সদস্যগুলো বর্ণহীন কঠিন মোমের মত। নিম্নতর সদস্যদের ঝাঁঝাল গন্ধ থাকলেও উচ্চতর সদস্যগুলো গন্ধহীন।

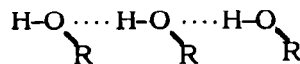
২। দ্রাব্যতা (solubility) : জৈব এসিডসমূহ পানিতে দ্রবণীয়। কারণ জৈব এসিডের কার্যকরী মূলক (-COOH) পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি করতে পারে। যেমন,



৩। স্ফুটনাঙ্ক (boiling point) : কার্বক্সিলিক অণু অন্তঃআণবিক (intramolecular) H-বন্ধন দ্বারা ডাইমার গঠন করে। তাই কার্বক্সিলিক এসিডের স্ফুটনাঙ্ক এর সমভরবিশিষ্ট অ্যালকোহল অপেক্ষা বেশি হয়। কার্বক্সিলিক এসিড অণুর ডাইমার গঠনে এক এসিড অণুর কার্বনাইল মূলকের (C=O) সাথে অপর অণুর H-O-মূলকের মধ্যে H-বন্ধন ঘটে এবং এ H-বন্ধন তুলনামূলকভাবে অ্যালকোহল অণুসমূহের আন্তঃআণবিক (intermolecular) H-বন্ধন অপেক্ষা সবল হয়।



কার্বক্সিলিক এসিডের ডাইমারে H-বন্ধন



অ্যালকোহলে আন্তঃআণবিক H-বন্ধন

তাই একই ভরবিশিষ্ট ইথানোয়িক এসিডের স্ফুটনাঙ্ক (118°C) প্রোপানলের স্ফুটনাঙ্ক (97°C) অপেক্ষা বেশি হয়।

৯.১১ কার্বক্সিলিক এসিডের রাসায়নিক ধর্ম Chemical Properties of Carboxylic acids

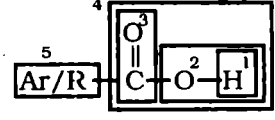
যেহেতু রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অণুর পুরাতন বন্ধন ভেঙে নতুন বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে নতুন যৌগ গঠিত হয়, তাই কার্বক্সিলিক এসিডের সাধারণ গাঠনিক সংকেত থেকে নিম্নরূপ বন্ধন ভাঙনের ফলে সৃষ্ট বিভিন্ন অংশের জন্য পাঁচ শ্রেণীর বিক্রিয়া পাওয়া যেতে পারে। যেমন,

১। কার্বক্সিল মূলকের H-পরমাণুর আয়নীকরণ ও প্রতিস্থাপন

২। কার্বক্সিল মূলকের —OH অংশের প্রতিস্থাপন

৩। কার্বক্সিল মূলকের —CO— অংশের বিচ্ছিন্নকরণ

৪। কার্বক্সিল মূলকের ডিকার্বক্সিলেশন বা CO₂ ত্যাগ



চিত্র ৯.৫ : জৈব এসিড অণুর বিভিন্ন অংশ।

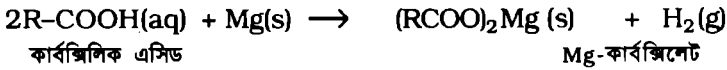
৫। অ্যালকাইল মূলকে α- H পরমাণুর প্রতিস্থাপন,

৬। অ্যারোমেটিক এসিডের বেনজিন বলয়ের H পরমাণুর প্রতিস্থাপন।

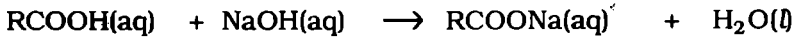
৯.১১.১ কার্বক্সিল মূলকের আয়নীয় H-পরমাণুর প্রতিস্থাপন : লবণ গঠন Replacement of ionizable H-atom : Salt formation

জৈব এসিডের অম্লধর্ম : সক্রিয় ধাতু যেমন, Na, Ca, Mg প্রভৃতি কার্বক্সিলিক এসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ধাতব লবণ ও H₂ গ্যাস উৎপন্ন করে। আবার জৈব এসিডসমূহ সবল ক্ষার দ্রবণ যেমন, NaOH দ্রবণ, Na₂CO₃ দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। যেমন,

১। ধাতুসহ জৈব এসিডের বিক্রিয়া : ধাতব লবণ ও H₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়। যেমন,



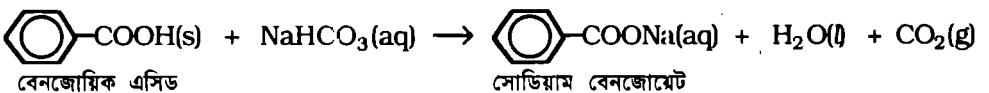
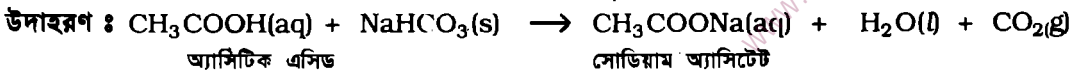
২। ক্ষারসহ জৈব এসিডের বিক্রিয়া : জৈব এসিডের লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়। যেমন,



৩। কার্বনেট লবণসহ বিক্রিয়া : জৈব এসিডের লবণ, পানি ও CO₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়। যেমন,



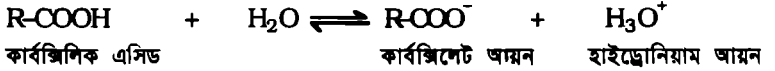
এখানে R = অ্যালকাইল মূলক।



সব কার্বিক্সিলিক এসিড সোডিয়াম বাইকার্বনেট ও সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে বিক্রিয়ায় এসিডের সোডিয়াম

লবণ ও CO₂ গ্যাস বুদবুদ আকারে উৎপন্ন করে। নির্গত CO₂ গ্যাস চূনের পানিকে ঘোলাটে করে। এ বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, জৈব এসিড যেমন, ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড কার্বনিক এসিড (H₂CO₃) থেকে শক্তিশালী এসিড। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে জৈব এসিড তথা কার্বিক্সিলিক এসিডের শনাক্তকরণ করা হয়।

(ক) কার্বিক্সিলিক এসিডের অম্ল ধর্মের ব্যাখ্যা : কার্বিক্সিলিক এসিডের কার্বকরী মূলক (-COOH) এর H-পরমাণুটি জলীয় দ্রবণে প্রোটন (H⁺) রূপে আনত হয় বলে কার্বিক্সিলিক এসিড অম্লধর্ম প্রদর্শন করতে পারে।

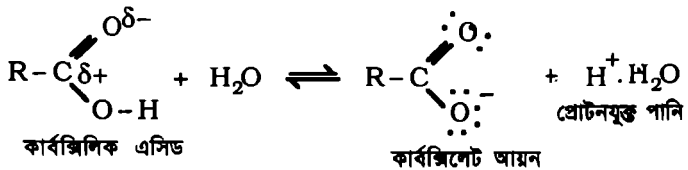


প্রোটনে প্রদানের মূল কারণ দু'টি; প্রথমত কার্বনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান (2.5) ও H-এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান (2.1) এর তুলনায় অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান (3.5) বেশি হওয়ায় C-পরমাণু ও H-পরমাণুতে ধনাত্মক চার্জের ফলে পানিতে প্রোটন দানের প্রবণতা সৃষ্টি। দ্বিতীয়ত প্রোটন দানের ফলে সৃষ্ট কার্বিক্সিলেট (R-COO⁻) আয়নের রেজোন্যান্স বা অনুরণন কাঠামো গঠনের মাধ্যমে সুস্থিতি লাভ।

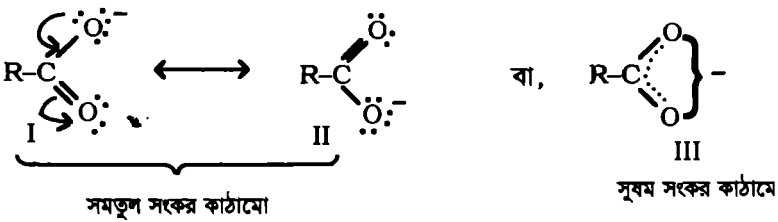
(i) প্রথমত কার্বিক্সিল (-C(=O)-OH) মূলকের অংশ কার্বনাইল মূলক >C=O এর দ্বিবন্ধনের π-ইলেকট্রন

অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুর দিকে আকৃষ্ট হলে এর কার্বন পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়, যা -OH মূলকের দিক থেকে ইলেকট্রন আকর্ষণ করে। তখন O—H বন্ধনের ইলেকট্রন ছোড় অক্সিজেনের দিকে সরে আসে এবং H-পরমাণুটি পানির উপস্থিতিতে প্রোটনরূপে মুক্ত হয়ে কার্বিক্সিলেট আয়ন (R-COO⁻) সৃষ্টি হয়।

মুক্ত প্রোটন পানির সাথে যুক্ত হয়ে হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H₃O⁺) তৈরি করে এবং এসিড দ্রবণটি অম্ল ধর্ম প্রকাশ করে।



(ii) দ্বিতীয়ত সৃষ্ট কার্বিক্সিলেট আয়নের ঋণাত্মক চার্জযুক্ত অক্সিজেন পরমাণুর মুক্ত ইলেকট্রনের সম্ভালন ঘটে। ফলে কার্বিক্সিলেট আয়ন নিম্নোক্ত I ও II সমতুল অনুরণন বা সংকর কাঠামো লাভ করে। উভয় কাঠামোতে সম্ভালিত ইলেকট্রন সমভাবে উভয় অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে শেয়ার বা বণ্টন বোঝানোর জন্য সুষম সংকর কাঠামো III ব্যবহৃত হয়।

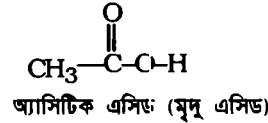
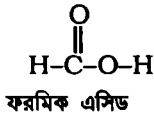


অনুরণন বা রেজোন্যান্সের প্রভাবে এসিড অণুর তুলনায় কার্বক্সিলেট আয়ন অধিক সুস্থিতি লাভ করে। কার্বক্সিলেট আয়নের সুস্থিতি যতই বাড়ে এসিডের আয়নীকরণ সাম্যাবস্থা ততই ডানদিকে অবস্থান নেয়। ফলে এসিডটির জলীয় দ্রবণে H^+ এর ঘনমাত্রা বাড়ে অর্থাৎ এসিডটি অধিক শক্তিশালী হয়।

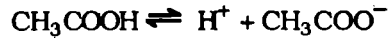
(খ) কার্বক্সিলিক এসিডের অম্লধর্মের তীব্রতা : (১) ধনাত্মক আবেশধর্মী (+I) মূলক যেমন, মিথাইল মূলক (বা ইথাইল মূলক) সরাসরি $-COOH$ মূলকে যুক্ত থাকলে জৈব এসিডের অম্লত্ব হ্রাস পায়। যেমন, ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড, মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিডের চেয়ে দুর্বল এসিড।

(২) আবার ঋণাত্মক আবেশধর্মী (-I) মূলক বা পরমাণু যেমন, ক্লোরিন পরমাণু জৈব এসিডের α -কার্বনে যুক্ত থাকলে ঐ এসিডের অম্লত্ব বেড়ে যায়। তাই অ্যাসিটিক এসিডের চেয়ে ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিড অধিক শক্তিশালী।

(১) 'ফরমিক এসিড ($HCOOH$) অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) এর চেয়ে সবল এসিড' এর ব্যাখ্যা :
গঠন অনুসারে, ফরমিক এসিডে কার্বক্সিল মূলকের সাথে H পরমাণু এবং অ্যাসিটিক এসিডে কার্বক্সিল মূলকের সাথে মিথাইল ($-CH_3$) মূলক যুক্ত আছে। অ্যাসিটিক এসিডে কার্বক্সিল মূলকের সাথে ধনাত্মক আবেশধর্মী মিথাইল মূলক থাকায় কার্বক্সিল মূলকের কার্বন পরমাণুস্থিত আংশিক ধনাত্মক চার্জ হ্রাস পায়; ফলে $-OH$ মূলকের আয়নীকরণও হ্রাস পায়।



ফরমিক এসিড ও ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক K_a এর মান থেকে উভয়ের অম্লত্বের তুলনা করা যায়। যেমন, অ্যাসিটিক এসিডের K_a এর মান ফরমিক এসিডের চেয়ে কম হওয়ায় অ্যাসিটিক এসিড ফরমিক এসিডের চেয়ে দুর্বল এসিড। আবার উভয় এসিডের pK_a এর মান থেকে তাদের অম্লত্বের তুলনা করা যায়। pK_a এর মান বৃদ্ধির সাথে ঐ এসিডের অম্ল ধর্ম হ্রাস পায়। যেমন,



$$K_a = \frac{[H^+] \times [HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

$$K_a = \frac{[H^+] \times [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

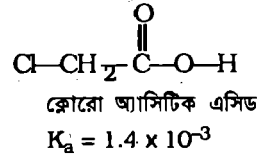
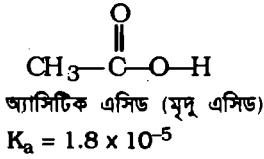
ফরমিক এসিড $HCOOH$ এর $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ $pK_a = 3.74$

অ্যাসিটিক এসিড CH_3COOH এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ $pK_a = 4.74$

ফলে অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিড ফরমিক এসিড অপেক্ষা দুর্বল এসিড হয়।

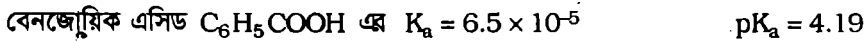
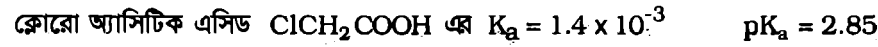
(২) 'অ্যাসিটিক এসিডের চেয়ে ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিড অধিক শক্তিশালী'-ব্যাখ্যা কর। গঠন অনুসারে অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিডে কার্বক্সিল মূলকের সাথে ধনাত্মক আবেশধর্মী মিথাইল (CH_3-) মূলক যুক্ত থাকে। অপরদিকে ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডে ঋণাত্মক আবেশধর্মী Cl পরমাণু α -কার্বনে যুক্ত আছে। তাই ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডের বেলায় কার্বক্সিল মূলকের আয়নীকরণ জলীয় দ্রবণে বৃদ্ধি পায়। ফলে ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডের অম্ল ধর্ম অ্যাসিটিক এসিড অপেক্ষা অধিক হয়।

যেমন,



অ্যাসিটিক এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ এবং ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = 1.4 \times 10^{-3}$ । উভয় এসিডের বিয়োজন ধ্রুবকের মান থেকে বোঝা যায়, ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডের অম্ল ধর্মের তীব্রতা অ্যাসিটিক এসিডের তুলনায় প্রায় 77.78 গুণ বেশি।

উল্লেখ্য ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডের চেয়ে ডাইক্লোরো অ্যাসিটিক এসিড ($K_a = 5.5 \times 10^{-2}$) ও ট্রাইক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডের ($K_a = 2.3 \times 10^{-1}$) অম্লধর্মের তীব্রতা একই কারণে বৃদ্ধি পায়।



আবার অ্যারোমেটিক বেনজোয়িক এসিড ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) অ্যাসিটিক এসিডের চেয়ে সবল এসিড। কারণ কার্বক্সিলেট ($-\text{CO}_2^-$) মূলকের ঋণাত্মক চার্জ বেনজিন বলয়ের সংপরগণনীয় π ইলেকটন দ্বারা আকৃষ্ট হয় এবং সুস্থিতি লাভ করে। ফলে বেনজোয়েট আয়ন $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$ এর সাথে প্রোটন যুক্ত হয়ে এসিড অণু গঠনের প্রবণতা হ্রাস পায়।

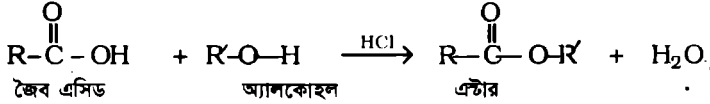
আবার কার্বক্সিলিক এসিডসমূহ কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) এর তুলনায় অধিকতর সবল এসিড। এ জন্য NaHCO_3 এবং কার্বক্সিলিক এসিডের বিক্রিয়ায় বৃদবৃদরূপে CO_2 গ্যাস নির্গত হয়। এ বিক্রিয়া দ্বারা কার্বক্সিলিক এসিড থেকে দুর্বল এসিড যেমন, সাধারণ ফেনলের পার্থক্য নির্ণয় করা যায়।

(৩) কার্বক্সিলিক এসিড খনিজ এসিডের চেয়ে দুর্বল এসিড : সাধারণ খনিজ এসিড (যেমন, HCl , HNO_3 , H_2SO_4 ইত্যাদি)-এর তুলনায় জৈব এসিড হল দুর্বল এসিড। যেমন, ইথানোয়িক (অ্যাসিটিক) এসিড (CH_3COOH)-এর বিয়োজন ধ্রুবক (K_a) এর মান হল $1.8 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$ (মোল প্রতি লিটার)। এ বিয়োজন ধ্রুবক থেকে বোঝা যায় যে, ইথানোয়িক এসিডের 1 mole প্রতি লিটার দ্রবণে প্রতি হাজারে তিনটি অণু আয়নিত হয়। অপরদিকে HCl , HNO_3 , H_2SO_4 ইত্যাদি প্রত্যেকটি এসিড তাদের জলীয় দ্রবণে প্রায় পূর্ণভাবে আয়নিত হয়। যেমন, HCl এর $K_a = 1 \times 10^8 \text{ molL}^{-1}$ । সুতরাং ইথানোয়িক এসিড HCl এসিডের তুলনায় খুব দুর্বল এসিড।

৯.১১.২ কার্বক্সিল মূলকের—OH অংশের প্রতিস্থাপন : এস্টার, অ্যাসাইল হ্যালাইড, এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড ও অ্যামাইড গঠন (Replacement of - OH group : Formation of ester, acyl halide, acid anhydride and amide)

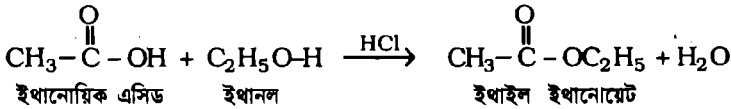
কার্বক্সিলিক এসিড (R-COOH)-এর সাথে অ্যালকোহল, ফসফরাস ক্লোরাইড, ফসফরাস পেন্টাঅক্সাইড ও উত্তমত অ্যামোনিয়ার পৃথক পৃথকভাবে বিক্রিয়ায় জৈব এসিডের —OH মূলক প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে এস্টার, অ্যাসাইল ক্লোরাইড, এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড ও অ্যামাইড ইত্যাদি চার প্রকারের এসিড জাতক উৎপন্ন করে।

১। এস্টার গঠন : অজৈব এসিড যেমন, লঘু HCl এর উপস্থিতিতে মনোকার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যালকোহলের মিশ্রণকে উত্তমত করলে জৈব এসিডের —OH মূলকটি অ্যালকক্সি মূলক (RO-) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে এস্টার গঠন করে।

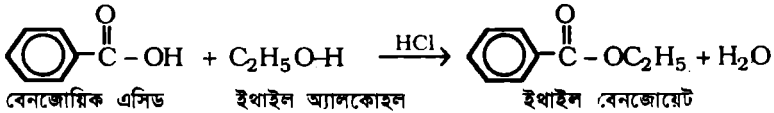


এই বিক্রিয়াকে এস্টারকরণ বা এস্টারিকেশন (esterification) বলে। এক্ষেত্রে জৈব এসিড থেকে —OH এবং অ্যালকোহল থেকে H-পরমাণু মিলিত হয়ে পানি অণু গঠন করে।

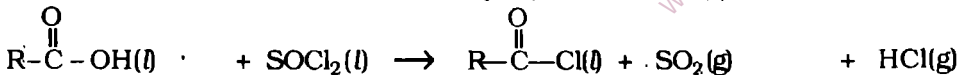
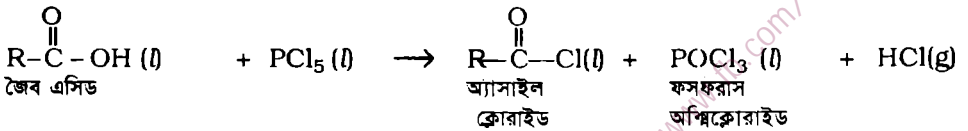
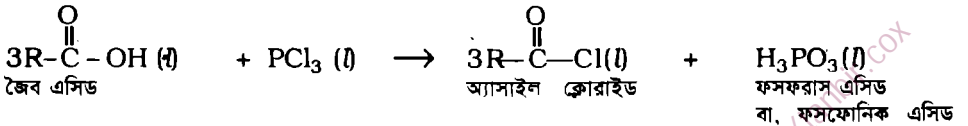
উদাহরণ : (ক) লঘু HCl এর উপস্থিতিতে ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড ইথানল বা ইথাইল অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়া করে ইথাইল অ্যাসিটেট বা ইথানোয়েট এস্টার ও পানি উৎপন্ন করে।



উদাহরণ : (খ) লঘু HCl এর উপস্থিতিতে বেনজোয়িক এসিড ও ইথানল বা ইথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় ইথাইল বেনজোয়েট এস্টার ও পানি উৎপন্ন হয়।

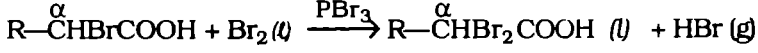
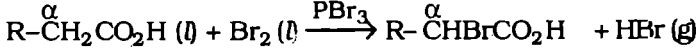


২। অ্যাসাইল হ্যালাইড গঠন : কার্বক্সিলিক এসিডের সঙ্গে ফসফরাস হ্যালাইড (PCl₃, PCl₅, PBr₃) বা থায়োনাইল হ্যালাইড (SOCl₂, SOBr₂) এর বিক্রিয়ায় জৈব এসিডের—OH মূলক হ্যালাজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে অ্যাসাইল হ্যালাইড (R-COX) উৎপন্ন করে। যেমন,



এখানে R = H, CH₃-, C₂H₅- ইত্যাদি অ্যালকাইল মূলক এবং C₆H₅- মূলক ধরতে হবে।

মিথানোয়িক এসিড বাদে ইথানোয়িক এসিডের সমগোত্রীয় শ্রেণীর অন্যান্য সদস্য এসিডের α -কার্বনে হ্যালোজেনেশন ঘটে। এসব ক্ষেত্রে প্রভাবকরূপে ফসফরাস (III) হ্যালাইড ব্যবহৃত হয়। যেমন,



হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত এসিডসমূহ তাদের মাতৃ এসিডের তুলনায় অধিকতর সবল এসিড।

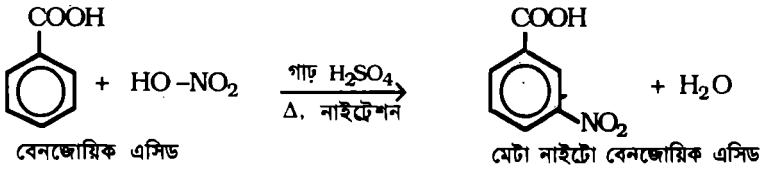
৯.১১.৬ অ্যারোমেটিক কার্বক্সিলিক এসিডের বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন

Substitution in Benzene nucleus of Aromatic Carboxylic acid

বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : কার্বক্সিল ($-COOH$) মূলক বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী এবং মেটা নির্দেশক মূলক হওয়ায় বেনজোয়িক এসিড বেনজিন অপেক্ষা কম সক্রিয়। ফলে উচ্চতর তাপমাত্রায় এবং গাঢ় এসিড ব্যবহারে দ্বি-প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় মেটা যৌগ উৎপন্ন হয়। যেমন,

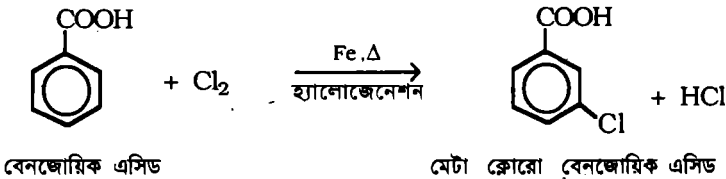
১। বেনজোয়িক এসিডের নাইট্রেশন : বেনজোয়িক এসিড গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণের সাথে

উত্তম অবস্থায় বিক্রিয়া করে মেটা নাইট্রো বেনজোয়িক এসিড ও পানি উৎপন্ন করে।



২। বেনজোয়িক এসিডের হ্যালোজেনেশন : হ্যালোজেন বাহক লৌহ গুঁড়ার উপস্থিতিতে উত্তম অবস্থায়

বেনজোয়িক এসিড ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে মেটা ক্লোরো বেনজোয়িক এসিড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন করে।



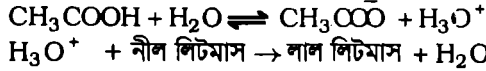
বেনজিন বলয়ের কম সক্রিয়তার কারণে বেনজোয়িক এসিড ফ্রিডেল ক্রাফ্ট বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

৯.১২ কার্বক্সিল মূলকের পরীক্ষা

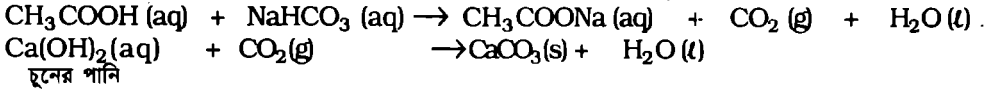
Test of Carboxylic Group

জৈব এসিডের কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$) এর শনাক্তকরণ নিম্নোক্ত পরীক্ষা দ্বারা করা হয় :

১। লিটমাস পরীক্ষা : জলীয় দ্রবণে জৈব এসিড আয়নিত হয়ে H^+ উৎপন্ন করে। তাই জলীয় দ্রবণে জৈব এসিড নীল লিটমাসকে লাল করে।



২। NaHCO_3 দ্রবণ পরীক্ষা : সোডিয়াম বাইকার্বনেটের দ্রবণের সঙ্গে কার্বক্সিল মূলকযুক্ত জৈব এসিডের বিক্রিয়ায় বুদবুদ আকারে CO_2 গ্যাস বের হয়। নির্গত CO_2 গ্যাস পরিক্ষার চুনের পানিকে ঘোলাটে করে। যেমন,



৯.১৩ মিথানোয়িক এসিড ও ইথানোয়িক এসিড-এর তুলনা

Comparison between Methanoic acid and Ethanoic acid

সারণি-৯.৩ : মিথানোয়িক এসিড ও ইথানোয়িক এসিডের তুলনা

পার্থক্যসূচক	মিথানোয়িক এসিড HCOOH	ইথানোয়িক এসিড CH_3COOH
১। গঠন প্রকৃতি :	<p>১। মিথানোয়িক এসিডের অণুতে কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$) ও অ্যালডিহাইড মূলক ($-\text{CHO}$)-এর সমন্বয় ঘটেছে। যেমন,</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>অ্যালডিহাইড মূলক</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>কার্বক্সিল মূলক</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ </div> </div>	<p>১। ইথানোয়িক এসিডের অণুতে কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$)-এর সাথে α-হাইড্রোজেন যুক্ত মিথাইল মূলক আছে।</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>α-হাইড্রোজেন</p> $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>কার্বক্সিল মূলক</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ </div> </div>
২। বিজারণ ধর্ম :	<p>২। অ্যালডিহাইড মূলক থাকায় মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিড বিজারণ ধর্ম প্রকাশ পায়।</p> $\text{HCOOH} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ag} + 4\text{NH}_3$ <p style="text-align: center;">টলেন বিকারক</p>	<p>২। টলেন বিকারক ও ফেলিং দ্রবণের সাথে ইথানোয়িক এসিডের কোন বিজারণ ক্রিয়া নেই।</p>
৩। তাপীয় সুস্থিতি :	<p>৩। মিথানোয়িক এসিড তাপে সুস্থিত নয়। উত্তাপে CO_2 ও H_2 উৎপন্ন করে।</p> $\text{HCOOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 + \text{H}_2$	<p>৩। ইথানোয়িক এসিড তাপ প্রয়োগে সুস্থিত থাকে, বিধোজিত হয় না।</p>
৪। গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা নিরুদন :	<p>৪। গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা সহজেই নিরুদন ঘটে।</p> $\text{HCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{গাঢ় } \text{H}_2\text{SO}_4} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	<p>৪। গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা ইথানোয়িক এসিডের নিরুদন ঘটে না।</p>
৫। অম্লত্ব :	<p>৫। ইথানোয়িক এসিডের তুলনায় ১০ গুণ শক্তিশালী। মিথানোয়িক এসিডের $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$।</p>	<p>৫। মিথানোয়িক এসিডের তুলনায় দুর্বল। ইথানোয়িক এসিডের $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$।</p>
৬। Cl_2 সহ বিক্রিয়া :	<p>৬। মিথানোয়িক এসিডের অণুতে হাইড্রোজেন না থাকায় Cl_2 দ্বারা প্রতিস্থাপন ক্রিয়া ঘটে না।</p>	<p>৬। লাল কসফরাস প্রভাবকের উপস্থিতিতে ও উত্তপ্ত অবস্থায় ক্লোরিনেশন ঘটে।</p> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow[\text{লাল P} \Delta]{} \text{ClCH}_2\text{COOH} + \text{HCl}$

৯.১৩.১ মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিড অ্যালডিহাইড (বিজারক) ও এসিড উভয়রূপে ক্রিয়াশীল

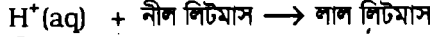
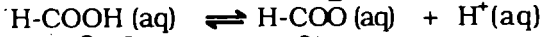
Methanoic acid acts as Aldehyde (reductant) and Acid both

মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিড ($\text{H}-\text{COOH}$) এর অণুতে কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$) ও অ্যালডিহাইড মূলক ($-\text{CHO}$) উভয়ের সমন্বয় ঘটেছে, তা নিচের গাঠনিক সংকেত থেকে বোঝা যায় :

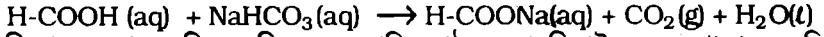


তাই কার্যকরী মূলকভিত্তিক জৈব যৌগের রাসায়নিক ধর্ম অনুসারে মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিড নিম্নরূপ এসিডের ধর্ম ও অ্যালডিহাইডের বিজারণ ধর্ম প্রকাশ করে। যেমন,

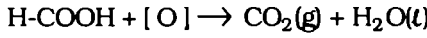
(ক) এসিডরূপে ফরমিক এসিড : ১। লিটমাস পরীক্ষা : আণবিক গঠনে কার্বক্সিল মূলক থাকায় ফরমিক এসিড জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয়ে প্রোটন দেয়। ফলে ঐ দ্রবণে নীল লিটমাস লাল বর্ণ হয়।



২। NaHCO_3 দ্রবণসহ পরীক্ষা : ফরমিক এসিড ও NaHCO_3 দ্রবণের বিক্রিয়ায় বৃদ্ধবৃদ্ধসহ CO_2 গ্যাস, সোডিয়াম ফরমেট (HCOONa) লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। এটি কার্বক্সিল মূলকের পরীক্ষা।



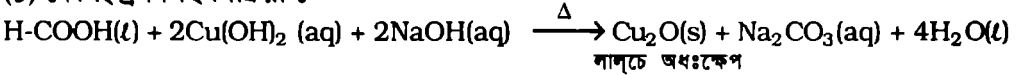
(খ) অ্যালডিহাইড বা বিজারকরূপে ফরমিক এসিড : আণবিক গঠনে অ্যালডিহাইড মূলক থাকায় ফরমিক এসিড মৃদু বিজারকরূপে মৃদু জারককে বিজারিত করে এবং নিজে জারিত হয়ে CO_2 গ্যাস ও H_2O গঠন করে।



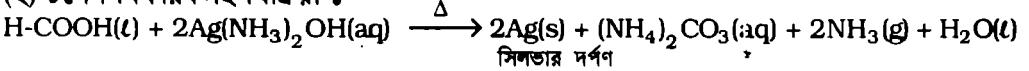
বিজারক জারক প্রদত্ত

তাই মৃদু বিজারকরূপে ফরমিক এসিড যে কোন অ্যালডিহাইডের মত ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu_2O) এর লালচে অধঃক্ষেপ এবং টলেন বিকারককে বিজারিত করে সিলভার দর্পণ সৃষ্টি করে।

(১) ফেলিং দ্রবণসহ বিক্রিয়া :



(২) টলেন বিকারকসহ বিক্রিয়া :

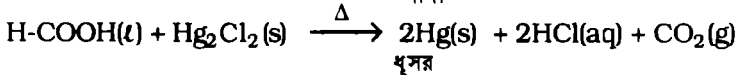
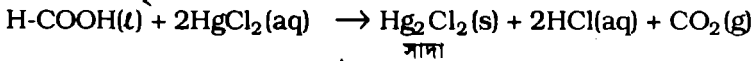


৯.১৩.২ মিথানোয়িক এসিড ও ইথানোয়িক এসিড-এর পার্থক্য-সূচক পরীক্ষা

Differentiating Tests for HCOOH & CH₃COOH

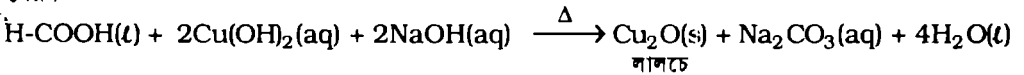
(ক) ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড শনাক্তকরণ :

১। মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণসহ পরীক্ষা : ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিডে মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করলে ফরমিক এসিড দ্বারা বিজারণের ফলে প্রথমে মারকিউরাস ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ এবং শেষে ধাতব মারকারির ধূসর অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়।



অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিডের বিজারণ ধর্ম নেই, তাই এ বিক্রিয়া দেয় না।

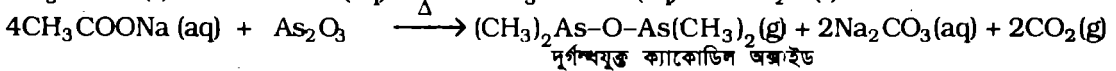
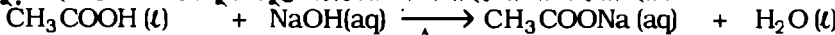
২। ফেলিং দ্রবণসহ বিক্রিয়া : ফরমিক এসিড ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে লালচে কিউপ্রাস অক্সাইডের অধঃক্ষেপ দেয়।



অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিডের বিজারণ ধর্ম নেই, তাই এ বিক্রিয়া দেয় না।

(খ) অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিড শনাক্তকরণ :

১। ক্যাকোডিল অক্সাইড পরীক্ষা : অ্যাসিটিক এসিডকে গাঢ় NaOH দ্রবণ ও আর্সেনাস অক্সাইড (As_2O_3) গুঁড়াসহ উত্তম করলে দুর্গন্ধযুক্ত ক্যাকোডিল অক্সাইডের বাষ্প বের হয়।



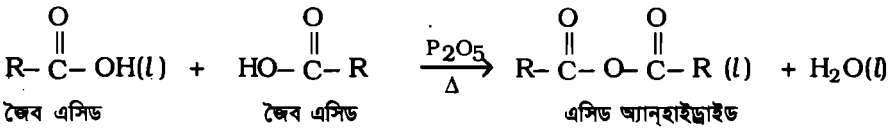
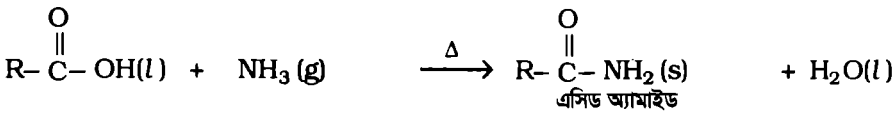
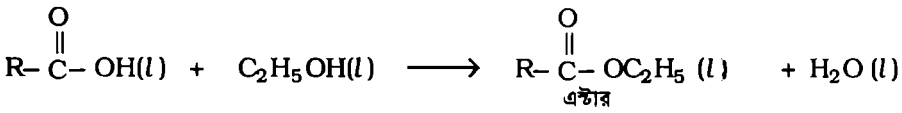
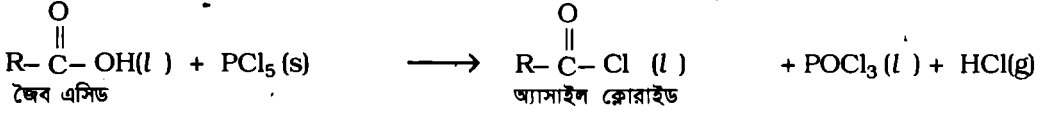
ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড এ বিক্রিয়া দেয় না।

কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক DERIVATIVES OF CARBOXYLIC ACIDS

৯.১৪ ভূমিকা : এসিড জাতক (Introduction : Acid derivatives)

কার্বক্সিলিক এসিড (R-COOH) এর কার্যকরী মূলক যেমন, কার্বক্সিল মূলক (-COOH) এর হাইড্রক্সিল (-OH) অংশকে হ্যালোজেন (-X), অ্যালকোক্সি মূলক (-OR), অ্যামিনো মূলক (-NH₂) বা কার্বক্সিলেট (R-COO-) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপনের ফলে উৎপন্ন যৌগগুলোকে কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক বা উদ্ভূতক বলে। যেমন,

কার্বক্সিলিক এসিডের -OH মূলককে -X দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে অ্যাসাইল হ্যালাইড; -OR দ্বারা প্রতিস্থাপনে এস্টার; -NH₂ দ্বারা প্রতিস্থাপনে এসিড অ্যামাইড এবং RCOO- দ্বারা প্রতিস্থাপনে এসিড অ্যানহাইড্রাইড যৌগ উৎপন্ন হয়। প্রত্যেক এসিড জাতক-এর অণুতে অ্যাসাইল মূলক (RCO-) যুক্ত থাকে। যেমন,



৯.১৪.১ এসিড জাতকের ভৌত ধর্ম

Physical Properties of Acid derivatives

১। এসিড ক্লোরাইড, এস্টার, এসিড অ্যানহাইড্রাইড (ও নাইটাইল)

উদ্বায়িতা : এসিড ক্লোরাইড, এস্টার, এসিড অ্যানহাইড্রাইড (ও নাইটাইল) নিজেদের মধ্যে কোন হাইড্রোজেন বন্ধন করতে পারে না। তাই একমাত্র অ্যানহাইড্রাইড ছাড়া অন্য জাতকসমূহের স্ফুটনাঙ্ক তাদের সমআণবিক ভরের এসিডের স্ফুটনাঙ্ক থেকে কম হয়। এ জাতকসমূহ উদারী ও বিশেষ গম্ভ্যুক্ত হয়। এসব এসিড জাতকের অণুস্থিত

কার্বনাইল মূলক $\left(\begin{array}{c} \delta^+ \\ \text{C}=\text{O} \\ \delta^- \end{array} \right)$ পোলারিত হওয়ায়, এদের প্রত্যেকের অণুগুলোর মধ্যে ডাইপোল-ডাইপোল আকর্ষণ

থাকে। তাই প্রত্যেক জৈব এসিড জাতকের নিম্নতম সদস্য যৌগটিও কক্ষতাপমাত্রায় তরল হয়। এদের মধ্যে-

(ক) এসিড ক্লোরাইডসমূহ বর্ণহীন তরল, এদের ঝাঁঝালো গন্ধ আছে, এদের বাষ্প অশ্রু উৎপাদক।

(খ) এসিড অ্যানহাইড্রাইডসমূহ তরল, ঝাঁঝালো গম্ভ্যুক্ত ও অ্যারোমেটিক অ্যানহাইড্রাইডসমূহ কঠিন বস্তু।

(গ) এস্টারসমূহ বর্ণহীন তরল, এদের পাকা ফলের মত মনোরম গন্ধ আছে। যেমন,

ইথাইল বিউটানোয়েট (CH₃CH₂CH₂CO₂C₂H₅) এর আপেলের সুগন্ধ এবং অকটাইল ইথানোয়েট, CH₃CO₂(CH₂)₇CH₃ এর কমলার মত সুগন্ধ আছে।

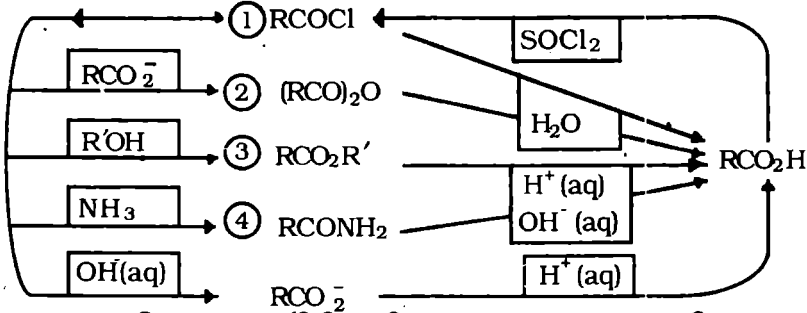
২। অ্যামাইড : অ্যামাইডসমূহের অ্যামাইডমূলকে (-CONH₂) দুটি করে হাইড্রোজেন পরমাণু থাকায় এরা কার্বক্সিলিক এসিডের তুলনায় বেশি সংখ্যক হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করতে পারে। অ্যামাইডসমূহ, এমনকি নিম্নতম সদস্য (কেবল HCONH₂ বাদে) হল কঠিন পদার্থ। অ্যামাইডসমূহের স্ফুটনাঙ্ক তাদের সমআণবিক ভরের জৈব এসিডের চেয়ে বেশি হয়। অ্যামাইডসমূহ মৃদু গম্ভ্যুক্ত হয়।

পানিতে দ্রাব্যতা : অ্যামাইডসমূহ পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন করতে সমর্থ হওয়ায় অন্যান্য এসিড জাতকের চেয়ে অ্যামাইডসমূহ পানিতে অধিক দ্রবণীয়।

৩। কার্বক্সিলিক এসিডের লবণ : এসিডের লবণসমূহ আয়নিক কঠিন পদার্থ এবং কেলাসাকার। পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় কার্বক্সিলেট মূলক ($-\text{CO}_2^-$) পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে থাকে। তবে নিম্নতর সদস্য লবণসমূহ পানিতে দ্রবীভূত হয়; কিন্তু দীর্ঘ হাইড্রোকার্বন শিকলযুক্ত জৈব এসিডের লবণগুলো পানিতে অদ্রবণীয়।

৯.১৫ কার্বক্সিলিক এসিডের জাতকসমূহের সক্রিয়তা Reactivity of carboxylic acid derivatives

কার্বক্সিলিক এসিডের যে সব জাতকে অ্যাসাইল মূলক আছে তাদের নিম্নক্রম অনুসারে সক্রিয়তা (descending reactivity) এবং তাদের রূপান্তর নিচের প্রবাহ চিত্রে দেখানো হল :



চিত্র ৯.৬ : কার্বক্সিলিক এসিডের জাতকসমূহের রূপান্তর তালিকা

অর্থাৎ এসিড জাতকসমূহের সক্রিয়তার ক্রম হল $\text{RCOCl} > (\text{RCO})_2\text{O} > \text{RCO}_2\text{R}' > \text{RCONH}_2$

চারটি এসিড জাতকের রূপান্তর ও তাদের সক্রিয়তা-ক্রমের ব্যাখ্যা

(ক) ওপরের প্রবাহ চিত্র মতে, RCO_2H হতে শুরু করে তীর চিহ্ন বরাবর অগ্রসর হয়ে তীরের ওপর বক্সের মধ্যে লিখিত বিকারক সহযোগে পরবর্তী এসিড জাতকটি প্রস্তুত করা যায়। যেমন,

(1) RCOCl (অ্যাসাইল ক্লোরাইড) প্রস্তুত করতে হলে RCO_2H এর সাথে বিকারকরূপে SOCl_2 (অথবা PCl_3 , PCl_5) ব্যবহার করতে হয়। ফলে RCOCl এর একটি মাত্র প্রস্তুত পদ্ধতি হবে (অনুচ্ছেদ ৯.১৬ দ্রষ্টব্য)।

(2) $(\text{RCO})_2\text{O}$ (এসিড অ্যানহাইড্রাইড) প্রস্তুত করতে হলে RCOCl এর সাথে বিকারকরূপে RCOONa^+ ব্যবহার করতে হয়। অথবা মূল জৈব এসিড RCO_2H এর নিরুদন করে এটি প্রস্তুত করা যায়। ফলে $(\text{RCO})_2\text{O}$ কে দু' প্রকারে প্রস্তুত করা যায় (অনুচ্ছেদ ৯.১৯ ও ৯.২১ দ্রষ্টব্য)।

(3) $\text{RCO}_2\text{R}'$ (এস্টার) প্রস্তুত করতে হলে RCOCl অথবা $(\text{RCO})_2\text{O}$ অথবা RCOOH এর যে কোন একটির সাথে বিকারকরূপে $\text{R}'\text{OH}$ ব্যবহার করতে হয়। ফলে $\text{RCO}_2\text{R}'$ কে তিন প্রকারে প্রস্তুত করা যায় (অনুচ্ছেদ ৯.২৫ ও ৯.২৭ দ্রষ্টব্য)।

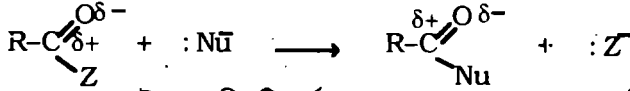
(4) RCONH_2 (এসিড অ্যামাইড) প্রস্তুত করতে হলে RCOCl অথবা $(\text{RCO})_2\text{O}$ অথবা $\text{RCO}_2\text{R}'$ অথবা RCO_2H এর যে কোন একটির সাথে বিকারকরূপে NH_3 ব্যবহার করতে হয়। ফলে RCONH_2 কে ৪ প্রকারে প্রস্তুত করা যায় (অনুচ্ছেদ ৯.৩৫ দ্রষ্টব্য)।

(খ) উপরিউক্ত প্রবাহ-চিত্রের ক্রমের বিপরীত মতে জাতকসমূহকে সরাসরি পারস্পরিক রূপান্তর করা যায় না।

(গ) যে কোন এসিড জাতক পানি অথবা লঘু খনিজ এসিড বা লঘু ক্ষারের উপস্থিতিতে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে মূল জৈব এসিড উৎপন্ন করে।

(ক) অম্ল-ক্ষার ধর্ম : এসিড ক্লোরাইড, অ্যানহাইড্রাইড, এস্টারের অণুতে কোন অম্লধর্মী H-পরমাণু থাকে না। অ্যামাইডসমূহ একটি প্রোটন দান করতে পারে; তবে এরা কার্বক্সিলিক এসিডের তুলনায় দুর্বল এসিডরূপে ক্রিয়া করে। আব. অ্যামাইডের ($\text{R}-\text{CONH}_2$) এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকায় এরা ক্ষারকরূপে একটি প্রোটন গ্রহণ করতে পারে। কিন্তু এ নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল অ্যামাইড মূলকে সম্বরণশীল (delocalised) থাকে বলে তা প্রোটনের নিকট সহজলভ্য নয়। তাই অ্যামাইডসমূহ অ্যামোনিয়ার তুলনায় দুর্বল ক্ষারক। পৈতৃক এসিডের চেয়ে RCOCl ; $(\text{RCO})_2\text{O}$ অধিক সক্রিয় হয়; কিন্তু $\text{RCO}_2\text{R}'$, RCONH_2 পৈতৃক এসিড অপেক্ষা কম সক্রিয় হয়।

(খ) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন : সকল এসিড জাতকের কার্বনাইল কার্বন আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত ($C^{\delta+}$) থাকে; ফলে নিউক্লিওফাইল ($:Nu$) এতে আক্রমণ করতে পারে। এদের সাধারণ বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :



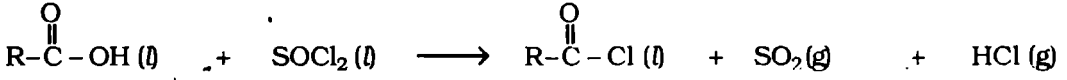
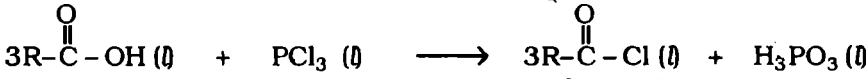
উপরিউক্ত বিক্রিয়াটি কত সহজে ঘটে; তার তিনটি শর্ত আছে। যেমন, (১) আক্রমণকারী নিউক্লিওফাইল ($:Nu$) এর সক্রিয়তা (২) কার্বনাইল কার্বনের ধনাত্মক চার্জের পরিমাণ যা আবার নির্ভর করে Z এর ইলেকট্রন প্রদান বা গ্রহণ মাত্রার ওপর এবং (৩) বিক্রিয়ার অবস্থান্তর কালে $:Z$ এর অপসারণের দ্রুততা।

(১) অ্যাসাইল ক্লোরাইড, $RCO-Cl$

৯.১৬ অ্যাসাইল ক্লোরাইডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী

General methods of Preparations of Acyl chloride

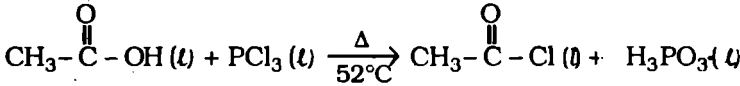
১। জৈব এসিড থেকে : জৈব এসিডের সঙ্গে ফসফরাস (III) ক্লোরাইড (PCl_3), ফসফরাস (V) ক্লোরাইড (PCl_5) বা থায়োনাইল ক্লোরাইড ($SOCl_2$) যোগ করলে অনুরূপ এসিড ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



এক্ষেত্রে বিকারকের ব্যবহারের উপযুক্ততা নিম্নমতে স্থির করা হয়। যেমন, ঈঙ্গিত অ্যাসাইল ক্লোরাইডের স্ফুটনাঙ্ক নিম্ন হলে যেমন, ইথানোয়িক ক্লোরাইড বা অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের, স্ফুটনাঙ্ক $52^\circ C$ তখন উপযুক্ত বিকারক হল PCl_3 । কারণ উপজাতক ফসফোনিক এসিড বা ফসফরাস এসিড H_3PO_3 এর স্ফুটনাঙ্ক ($200^\circ C$) মূল উৎপন্ন যৌগ থেকে বেশি হওয়ায় পাতন প্রক্রিয়ায় সহজেই পৃথক করা যায়।

কিন্তু অ্যাসাইল ক্লোরাইডের স্ফুটনাঙ্ক অধিক হলে PCl_5 ব্যবহার্য, কারণ উপজাতক (স্ফুটনাঙ্ক $107^\circ C$) কে অংশ পাতনে পৃথক করে অবশেষরূপে অ্যাসাইল ক্লোরাইড পাওয়া যায়। তবে $SOCl_2$ ব্যবহারে উপজাতক SO_2 ও HCl উভয়েই গ্যাসরূপে বের হয়ে যায় এবং অ্যাসাইল ক্লোরাইড বিশুদ্ধ অবস্থায় থাকে। তাই এক্ষেত্রে $SOCl_2$ হল উত্তম বিকারক।

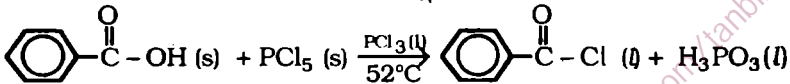
উদাহরণ ১ : ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিডকে ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইডসহ পাতন করলে ইথানোয়িক ক্লোরাইড বা অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড পাতিত তরলরূপে পাওয়া যায়। এই প্রক্রিয়ায় পরীক্ষাগারে ইথানোয়িক ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়।



ইথানোয়িক এসিড

ইথানোয়িক ক্লোরাইড

উদাহরণ ২ : অ্যারোমেটিক এসিড যেমন, বেনজোয়িক এসিডকে ফসফরাস (V) ক্লোরাইড বা থায়োনাইল ক্লোরাইড সহযোগে পাতিত করলে বেনজোয়িক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



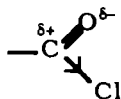
বেনজোয়িক এসিড

বেনজোয়িক ক্লোরাইড

৯.১৭ অ্যাসাইল ক্লোরাইডের রাসায়নিক ধর্ম

Chemical Properties of Acyl chloride

সক্রিয়তা : অ্যাসাইল ক্লোরাইডের সক্রিয়তা এর কার্যকরী মূলকের আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন পরমাণুতে নিউক্লিওফাইলের আক্রমণের মাত্রার ওপর নির্ভরশীল। এর কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ :



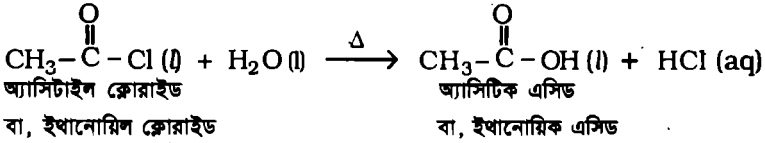
ক্লোরিনের ঋণাত্মক আবেশধর্মিতার (-I) কারণে ক্লোরিনের দিকে বন্ধনের ইলেকট্রনের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে কার্বনাইল কার্বনের আংশিক ধনাত্মক চার্জ আরো বেড়ে যায়। কিন্তু কার্বক্সিলিক এসিডের বেলায় —OH মূলক থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব কার্বনাইল মূলকের কার্বন পরমাণুর দিকে আকৃষ্ট হয়। ফলে কার্বনাইল কার্বনের আংশিক ধনাত্মক চার্জ হ্রাস পায়। তাই কার্বক্সিলিক এসিডের চেয়ে অ্যাসাইল ক্লোরাইডে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সহজে ঘটে। বেনজোয়িল ক্লোরাইড ও অন্যান্য অ্যারোমেটিক এসিড ক্লোরাইডের বেলায় $\delta+$ চার্জ বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়। তখন আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত কার্বন পরমাণুতে নিউক্লিওফাইল দ্বারা আক্রমণের মাত্রা কমে যায়। ফলে অ্যারোমেটিক এসিড ক্লোরাইডের সক্রিয়তা অ্যালিকোটিক এসিড ক্লোরাইডের চেয়ে কম হয়।

অ্যাসাইল ক্লোরাইড এর মূল এসিড বা পৈতৃক এসিড অপেক্ষা অধিক সক্রিয়। অ্যাসাইল ক্লোরাইড নিম্নোক্ত নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দিয়ে থাকে। এখানে ইথানোয়িল ক্লোরাইড বা অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়া দ্বারা অ্যাসাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়া বোঝানো হল।

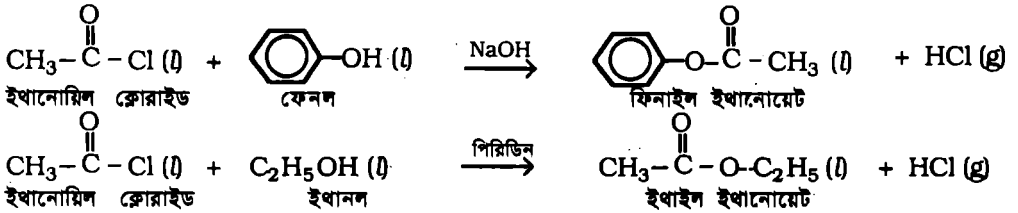
৯.১৭.১ নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন : অ্যাসাইলেশন Nucleophilic Substitution : Acylation

প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণুযুক্ত মূলক যেমন, —OH, —NH₂, —NHR মূলকবিশিষ্ট যৌগ সহজেই এসিড ক্লোরাইড (RCOCl) দ্বারা আক্রান্ত হয়ে থাকে। ফলে ঐ সব মূলকের হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যাসাইল মূলক (RCO-) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে নতুন প্রতিস্থাপিত যৌগ সৃষ্টি করে। এ শ্রেণীর বিক্রিয়াকে অ্যাসাইলকরণ বা অ্যাসাইলেশন (acylation) বলে। অ্যাসাইলেশনের ক্ষেত্রে অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড (CH₃COCl) ব্যবহৃত হলে ঐ বিক্রিয়াকে অ্যাসিটাইলেশন বলে। অ্যাসিটাইলেশনের বিকারকরূপে প্রধানত ব্যবহৃত হয় (i) অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড ও (ii) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড।

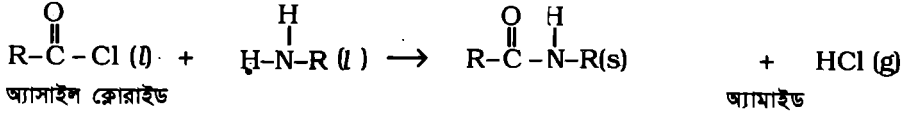
১। আর্দ্র বিশ্লেষণ : এসিড ক্লোরাইড পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে এবং আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে মূল কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে। যেমন,



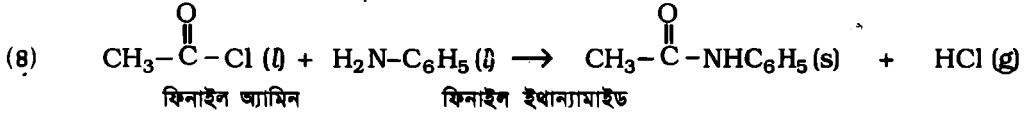
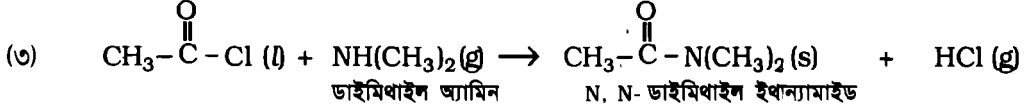
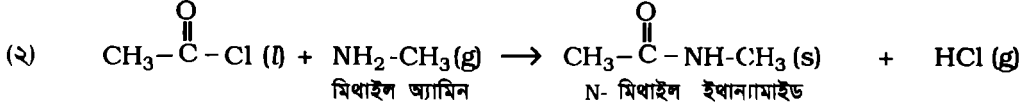
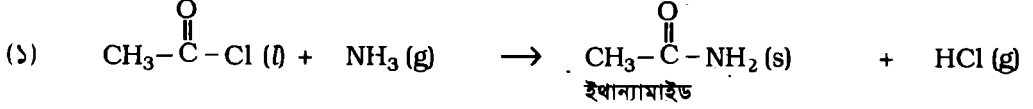
২। এস্টার গঠন : এসিড ক্লোরাইড (RCOCl) এবং অ্যারোয়িল ক্লোরাইড (ArCOCl) সহজে ফেনলের সাথে বিক্রিয়া করে এস্টার গঠন করে। অপরদিকে এসিড ক্লোরাইড ও অ্যারোয়িল ক্লোরাইড ক্ষারধর্মী পিরিডিনের উপস্থিতিতে অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়া করে এস্টার গঠন করে। উৎপন্ন HCl ক্ষারধর্মী পিরিডিন দ্বারা অপসারিত হয়।



৩। অ্যামাইড গঠন বা অ্যামোনোলাইসিস : এসিড ক্লোরাইডের সাথে কক্ষতাপমাত্রায় সহজে (১) অ্যামোনিয়া, (২) প্রাইমারি অ্যামিন (RNH₂) অথবা সেকেন্ডারি অ্যামিন (R₂NH) বিক্রিয়া করে অ্যামাইড উৎপন্ন করে থাকে।

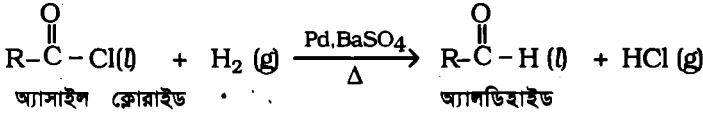


উদাহরণ :

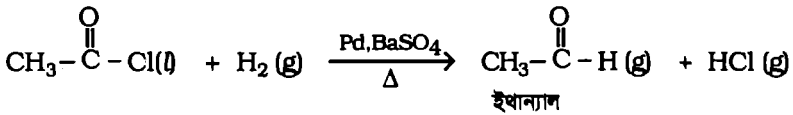


৯.১৭.২ অ্যাসাইল ক্লোরাইডের বিজারণ (Reduction of acyl chloride)

১। অ্যালডিহাইড গঠন : প্যালাডিয়াম (Pd) যুক্ত বেরিয়াম সালফেটের উপস্থিতিতে, অ্যাসাইল ক্লোরাইড উত্তপ্ত H₂ গ্যাস দ্বারা বিজারিত হয়ে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন করে। এই বিজারণকে রোজেনমুন্ড বিজারণ বলে। যেমন,

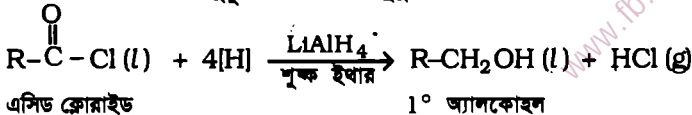


উদাহরণ : ১। (ক) ইথানোয়িল ক্লোরাইডকে প্যালাডিয়ামযুক্ত BaSO₄ প্রভাবকের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত H₂ দ্বারা বিজারিত করলে ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড ও HCl উৎপন্ন হয়।

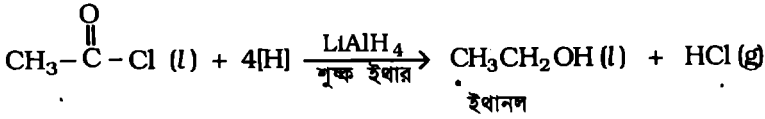


এক্ষেত্রে ব্যবহৃত BaSO₄ 'প্রভাবক বিষ'রূপে Pd-এর প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস করে বিক্রিয়াকে অ্যালডিহাইড গঠন পর্যন্ত নিয়ন্ত্রিত করে।

২। অ্যালকোহল গঠন : শক্তিশালী বিজারক যেমন, ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডে অ্যালুমিনেট দ্বারা অ্যাসাইল ক্লোরাইডকে বিজারিত করলে অনুরূপ কার্বন পরমাণুযুক্ত প্রাইমারি অ্যালকোহল ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।

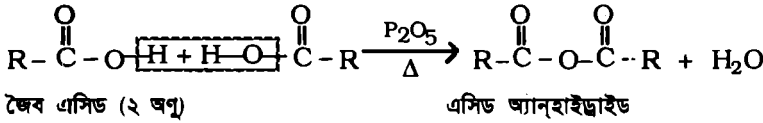


উদাহরণ : ২(ক)। ইথানোয়িল ক্লোরাইডকে ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডে অ্যালুমিনেট দ্বারা বিজারিত করলে ইথানল ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।



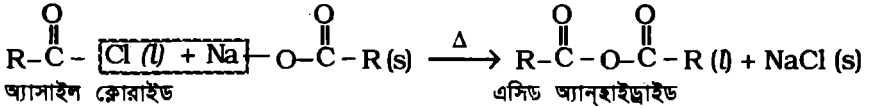
৯.১৮ ভূমিকা (Introduction)

জৈব কার্বক্সিলিক এসিডের সাথে নিরুদক পদার্থ যেমন, ফসফরাস পেন্ট-অক্সাইড (P_2O_5) কে উত্তপ্ত করলে দু' অণু জৈব এসিড থেকে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড উৎপন্ন হয়।

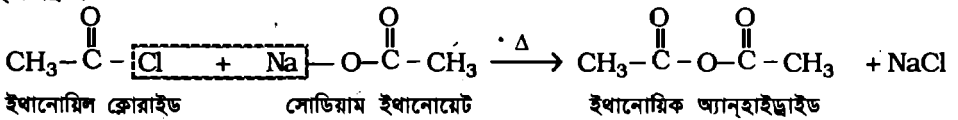


৯.১৯ এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইডের সাধারণ প্রস্তুতপ্রণালী General methods of preparation of acid anhydride

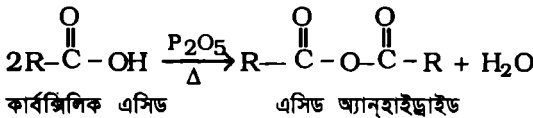
১। অ্যাসাইল ক্লোরাইড থেকে : অ্যাসাইল ক্লোরাইড ও জৈব এসিডের সোডিয়াম লবণের মিশ্রণকে পাতন করলে এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড পাওয়া যায়।



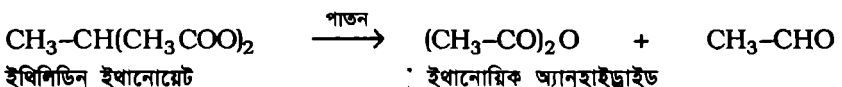
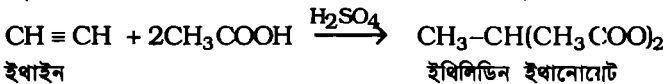
উদাহরণ : ইথানোয়িক ক্লোরাইড ও সোডিয়াম ইথানোয়েট-এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে পাতিত তরলরূপে অ্যাসিটিক অ্যান্‌হাইড্রাইড পাওয়া যায়।



২। কার্বক্সিলিক এসিড থেকে : নিরুদক P_2O_5 সহ কার্বক্সিলিক এসিডকে পাতন করলে দুই অণু জৈব এসিড থেকে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড উৎপন্ন হয়। যেমন,



৩। ইথানোয়িক অ্যান্‌হাইড্রাইডের শিল্পোৎপাদন : অ্যাসিটিলিন থেকে : মারকিউরিক সালফেট প্রভাবকের উপস্থিতিতে গ্যাসিয়াল অ্যাসিটিক এসিডের মধ্যে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন গ্যাস চালনা করলে ইথিলিডিন ইথানোয়েট উৎপন্ন হয়। পরে তাকে গাঢ় H_2SO_4 বা ZnCl_2 প্রভাবকের উপস্থিতিতে পাতন করলে তা বিযোজিত হয়ে অ্যাসিট্যালাডিহাইড (স্ফুটনাঙ্ক 21°C) ও ইথানোয়িক অ্যান্‌হাইড্রাইড (স্ফুটনাঙ্ক 123.9°C) উৎপন্ন করে।



৯.২০ এসিড অ্যানহাইড্রাইডের রাসায়নিক বিক্রিয়া Chemical reactions of acid anhydride

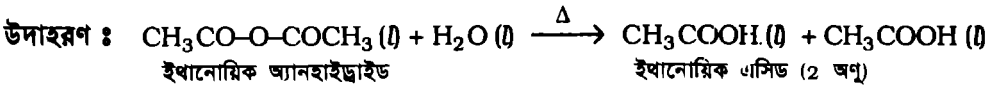
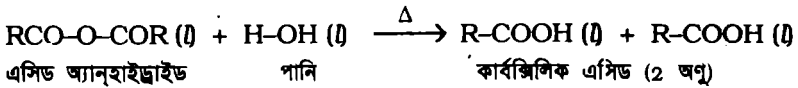
সক্রিয়তা (Reactivity) : এসিড অ্যানহাইড্রাইডগুলো এসিড ক্লোরাইডের মত অনুরূপ বিক্রিয়া দিয়ে থাকে; তবে এসিড ক্লোরাইডের বিক্রিয়ার চেয়ে ধীরগতি সম্পন্ন। এর কারণ হল এসিড ক্লোরাইড (RCO-Cl)-এর বেলায় অধিক ঋণাত্মক আবেশধর্মী অর্থাৎ ইলেকটন আকর্ষণকারী Cl-পরমাণু অ্যাসাইল মূলক (RCO-)-এর সঙ্গে যুক্ত থাকে। অপরদিকে, এসিড অ্যানহাইড্রাইড (RCO-O-OCR')-এর বেলায় অ্যাসাইল মূলকের সঙ্গে যুক্ত কার্বক্সিলেট (R'COO-) মূলক Cl-পরমাণুর চেয়ে কম ইলেকটন আকর্ষণকারী। ফলে RCO- মূলকের কার্বনাইল কার্বনে কম ঋণাত্মক চার্জ (C^{δ+}) সৃষ্টি হয় এবং নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া অপেক্ষাকৃত ধীর গতিতে হয়ে থাকে।

এসিড অ্যানহাইড্রাইডগুলো এসিড ক্লোরাইডের মতই বেশ উপযোগী অ্যাসাইল-কারক (acylating agent)। এসিড অ্যানহাইড্রাইডগুলো নিম্নোক্ত নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। অ্যাসাইলকারকরূপে প্রধানত (i) অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড (CH₃COCl) ও (ii) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (CH₃CO)₂O ব্যবহৃত হয়। যেমন,

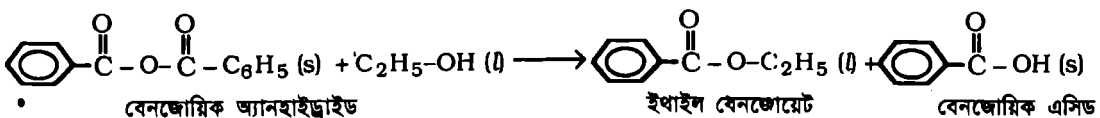
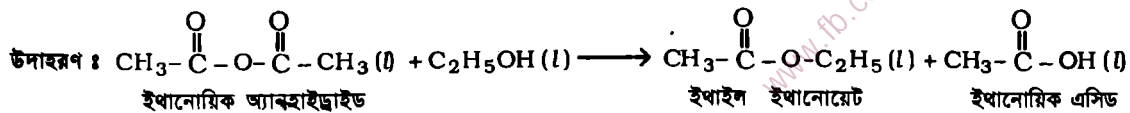
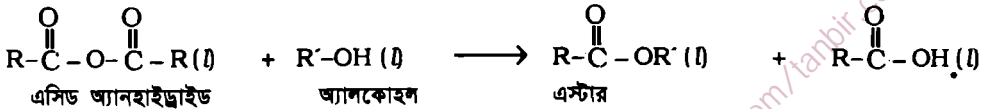
৯.২০.১ অ্যাসাইলেশন (Acylation)

পানি, অ্যালকোহল, ফেনল, অ্যামোনিয়া, প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি অ্যামিন প্রভৃতি নিউক্লিওফাইলের সঙ্গে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা এসিড অ্যানহাইড্রাইড যথাক্রমে কার্বক্সিলিক এসিড, এস্টার, অ্যামাইড, প্রতিস্থাপিত অ্যামাইড প্রভৃতি যৌগ উৎপন্ন করে। এ সব নিউক্লিওফাইলের H-পরমাণু অ্যাসাইল মূলক যেমন, অ্যাসিটাইল মূলক (CH₃CO-) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে এসব যৌগ উৎপন্ন হয়। প্রতি ক্ষেত্রে জৈব এসিডও উৎপন্ন হয়।

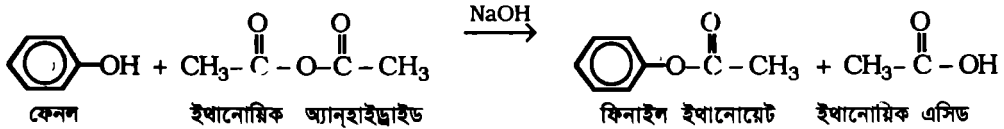
১। পানিসহ বিক্রিয়া : আর্দ্র বিশ্লেষণ : এসিড অ্যানহাইড্রাইডকে পানির সাথে উত্তপ্ত করলে তা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে। যেমন,



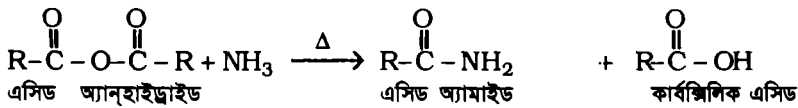
২। অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়া : এস্টার গঠন : অ্যালকোহলের সাথে এসিড অ্যানহাইড্রাইডকে উত্তপ্ত করলে এস্টার ও কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন হয়।



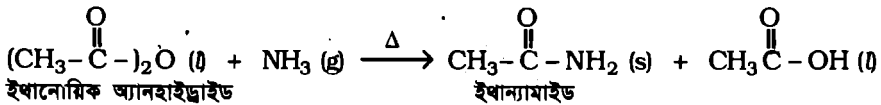
৩। ফেনলের সাথে বিক্রিয়ায় এস্টার গঠন : অ্যালকোহলের সাথে জৈব এসিড, এসিড অ্যানহাইড্রাইড ইত্যাদির বিক্রিয়া দ্বারা এস্টার গঠন খনিজ এসিড (HCl, H₂SO₄) দ্বারা প্রভাবিত হয়। কিন্তু ফেনলের সাথে জৈব এসিড, এসিড অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ায় এস্টার গঠন ক্ষারীয় মাধ্যম যেমন, NaOH বা পিরিডিনের উপস্থিতিতে হয়ে থাকে।



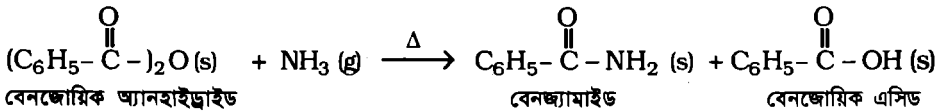
৪। অ্যামোনিয়ার সাথে বিক্রিয়ায় অ্যামাইড গঠন : (ক) এসিড অ্যানহাইড্রাইড গাঢ় অ্যামোনিয়ার সাথে বিক্রিয়া করে এসিড অ্যামাইড ও কার্বক্সিক এসিড গঠন করে।



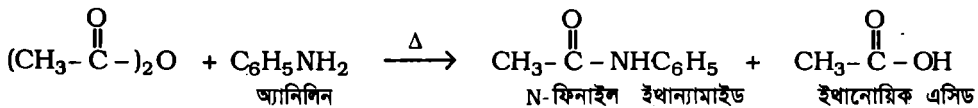
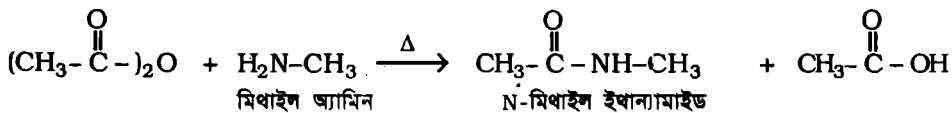
উদাহরণ ১ : ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড ও অ্যামোনিয়ার মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে ইথান্যামাইড উৎপন্ন হয়।



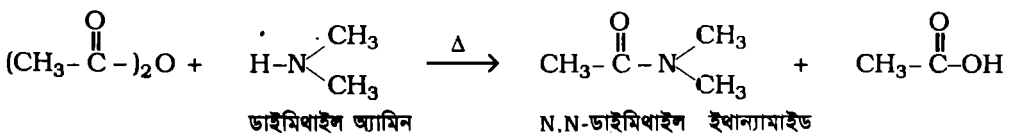
২। অনুপূর্ণভাবে, বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইডকে অ্যামোনিয়াসহ উত্তপ্ত করলে বেনজ্যামাইড উৎপন্ন হয়।



(খ) অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়া : ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড প্রাইমারি অ্যামিন যেমন, মিথাইল অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়ায় N-মিথাইল ইথান্যামাইড ও ইথানোয়িক এসিড গঠন করে।



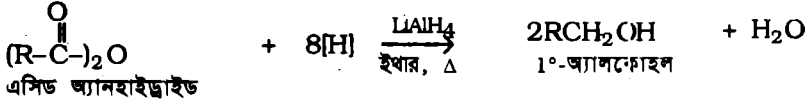
(গ) সেকেন্ডারি অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়া : ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড সেকেন্ডারি অ্যামিন যেমন, ডাইমিথাইল অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়ায় N, N-ডাইমিথাইল ইথান্যামাইড গঠন করে।



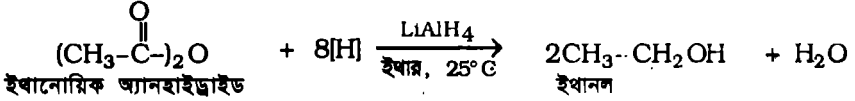
৯.২০.২ এসিড অ্যানহাইড্রাইডের বিজারণ

Reduction of acid anhydride

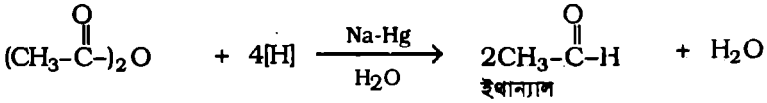
এসিড অ্যানহাইড্রাইডকে শক্তিশালী বিজারক লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড বা লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো-অ্যালুমিনেট দ্বারা বিজারিত করলে প্রাইমারি অ্যালকোহল ও পানি উৎপন্ন হয়।



উদাহরণ : ১। ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডকে শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট দ্বারা বিজারিত করলে ইথানল ও পানি উৎপন্ন হয়।

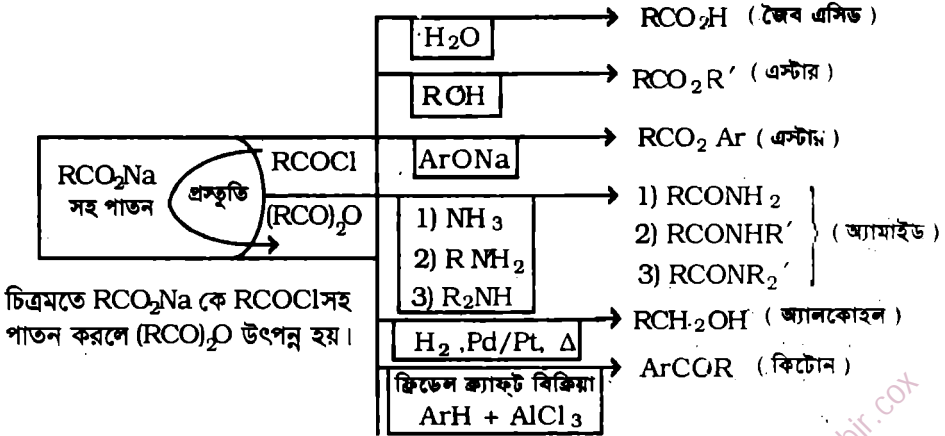


উদাহরণ : ২। মৃদু বিজারক যেমন, সোডিয়াম অ্যামালগাম (Na.Hg) ও পানি থেকে উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডকে বিজারিত করলে ইথান্যাল ও পানি উৎপন্ন করে।



৯.২১ এসিড ক্লোরাইড ও অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়াসমূহ

Reactions of acid chloride and anhydride



চিত্র ৯.৭ : কার্বক্সিলিক এসিড ক্লোরাইড ও অ্যানহাইড্রাইডের বিভিন্ন বিক্রিয়ার চিত্ররূপ

৯.২২ অ্যাসাইল হ্যালাইডের ব্যবহার (Uses of acyl halides)

১। জৈব যৌগে অ্যাসিটাইল বা ইথানোয়িক মূলকের অন্তর্ভুক্তির জন্য অর্থাৎ অ্যাসিটাইলেশন বা ইথানোয়িকেশন কাজে অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড প্রধানত ব্যবহৃত হয়। ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড, ইথান্যামাইড, অ্যাসিটোফেনোন, অ্যাস্পিরিন প্রভৃতি প্রস্তুতিতে এবং জৈব যৌগে -OH মূলকের উপস্থিতি ও সংখ্যা নির্ধারণের জন্য অ্যাসিটাইল বা ইথানোয়িক ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

২। বেনজোয়িক ক্লোরাইড কাঁদুনে গ্যাস প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া অ্যালকোহল ও অ্যামিনো যৌগে বেনজোয়িক ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}-$) মূলক প্রবেশ করানোর জন্য তা ব্যবহৃত হয়।

৯.২৩ ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের ব্যবহার

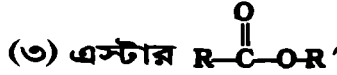
Uses of ethanoic anhydride

১। সাধারণত অ্যাসিটাইলেশন বিক্রিয়ায় ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড বিকারকরূপে ব্যবহৃত হয়।

২। অ্যাস্পিরিন উৎপাদনে ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়।

অ্যাস্পিরিন হল স্যালিসাইলিক এসিড ও ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড-এর এস্টার। এটা মূলত অ্যানালজেসিক বা পেইন কিলায় (ব্যথা নিবারক)। পূর্বে জ্বর ও শারীরিক ব্যথা নিবারণের জন্য চিকিৎসকেরা স্যালিসাইলিক এসিড (২-হাইড্রক্সি বেনজোয়িক এসিড) সমৃদ্ধ গাছের পাতার রস ব্যবহার করতেন। এই স্যালিসাইলিক এসিড পাকস্থলীর ক্ষতি করে কিন্তু এর এস্টার, অ্যাস্পিরিন কম অম্লীয়, তাই অ্যাস্পিরিন তুলনামূলকভাবে পাকস্থলীকে কম পরিমাণে উদ্বেজিত করে। পাকস্থলীর অম্লীয় পরিবেশে অ্যাস্পিরিন অপরিবর্তিত থাকে। ক্ষুদ্রান্ত্রের ক্ষারীয় পরিবেশে সোডিয়াম স্যালিসাইলেটরূপে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় এবং রক্ত প্রবাহে শোষিত হয়। তাই ওষুধ শিল্পে ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের গুরুত্ব রয়েছে।

৩। অ্যাসিটেট রেয়ন শিল্পে সেলুলোজের দ্রাবকরূপে ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড ব্যবহৃত হয়। অদ্রবণীয় সেলুলোজকে জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয় সেলুলোজ ইথানোয়েটে পরিণত করা হয়। এ সেলুলোজ ইথানোয়েটের দ্রবণকে সূক্ষ ছিদ্র পথে এসিড দ্রবণে স্থে করে ফেব্রিক অ্যাসিটেটে রেয়ন বা কৃত্রিম সিল্ক সূতা তৈরি করা হয়।



৯.২৪ ভূমিকা (Introduction)

জৈব কার্বক্সিলিক এসিডের -OH মূলকটি অ্যালকজি (R'-O-) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন যৌগকে এস্টার বলে। এস্টারের সংকেত R-COOR'; এখানে R ও R' হল অ্যালকাইল অথবা আরাইল মূলক।

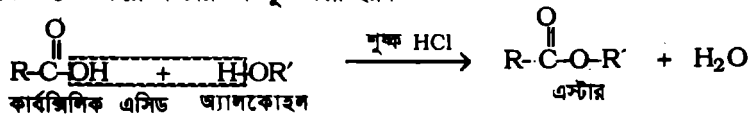
সূক্ষিত গন্ধ এস্টারের প্রধান বৈশিষ্ট্য। অধিকাংশ ফল ও ফুলের সুগন্ধের কারণ বিভিন্ন এস্টারের উপস্থিতি।

- যেমন, (১) পাকা কলায় থাকে : অ্যামাইল অ্যাসিটেট এস্টার, $\text{CH}_3\text{CO.OC}_5\text{H}_{11}$
- (২) পাকা আনারসে থাকে : n-বিউটাইল বিউটারেট এস্টার: $\text{C}_3\text{H}_7\text{CO.OC}_4\text{H}_9$
- (৩) জাম বা পীচ ফলে থাকে : ইথাইল বিউটারেট এস্টার, $\text{C}_3\text{H}_7\text{CO.OC}_2\text{H}_5$
- (৪) পাকা কমলায় থাকে : অকটাইল অ্যাসিটেট এস্টার, $\text{CH}_3\text{CO.OC}_8\text{H}_{17}$
- (৫) নাশপাতিতে থাকে : ৩-মিথাইল বিউটাইল ইথানোয়েট এস্টার; $\text{CH}_3\text{CO.OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- (৬) পাকা আপলে থাকে : আইসোঅ্যামাইল আইসোভ্যালারেট; $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CO.OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- (৭) ভেসমিন ফলে থাকে : বেনজাইল অ্যাসিটেট এস্টার; $\text{CH}_3\text{CO.OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$

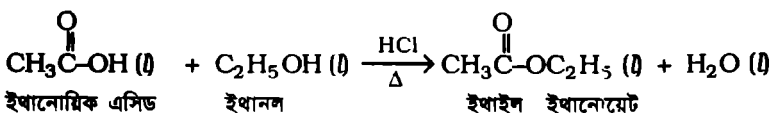
৯.২৫ এস্টারের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী

General methods of preparations of esters

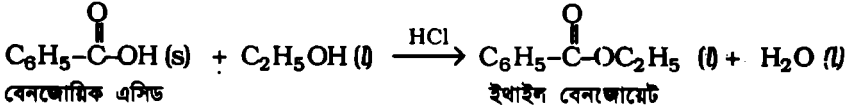
১। অ্যালকোহল ও কার্বক্সিলিক এসিড থেকে : শুষ্ক HCl গ্যাসের উপস্থিতিতে অ্যালকোহল ও কার্বক্সিলিক এসিডের সমমোলার মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে এস্টার প্রস্তুত করা হয়।



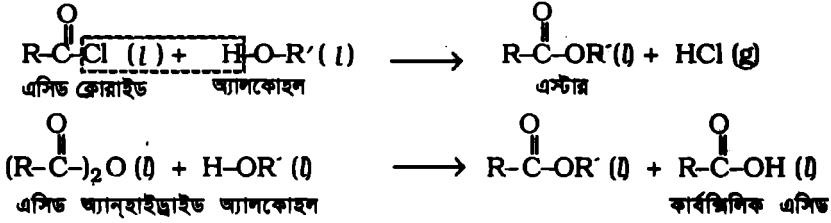
(ক) ইথাইল ইথানোয়েট প্রস্তুতি : শুষ্ক HCl গ্যাসের উপস্থিতিতে ইথানোয়িক এসিড ও ইথানলের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে ইথাইল ইথানোয়েট এস্টার ও পানি উৎপন্ন হয়।



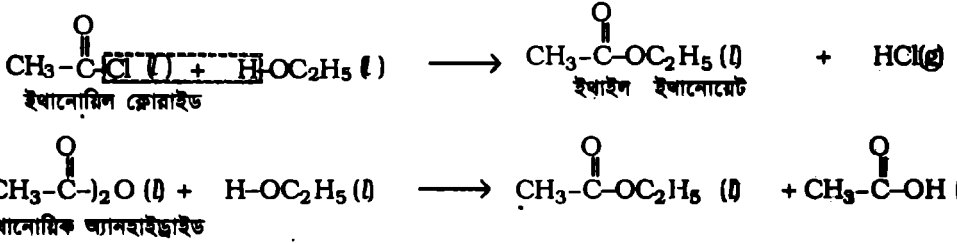
(খ) ইথাইল বেনজোয়েট প্রস্তুতি : শুষ্ক HCl গ্যাসের উপস্থিতিতে বেনজোয়িক এসিড ও ইথানল বিক্রিয়া করে ইথাইল বেনজোয়েট এস্টার ও পানি উৎপন্ন করে।



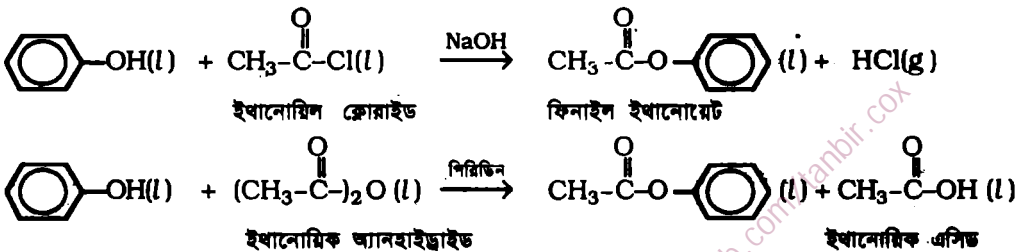
২। অ্যালকোহল ও এসিড ক্লোরাইড বা অ্যানহাইড্রাইড থেকে : অ্যালকোহলের সঙ্গে এসিড ক্লোরাইড অথবা অধিক সুবিধাজনকভাবে এসিড অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় এস্টার প্রস্তুত করা যায়। যেমন,



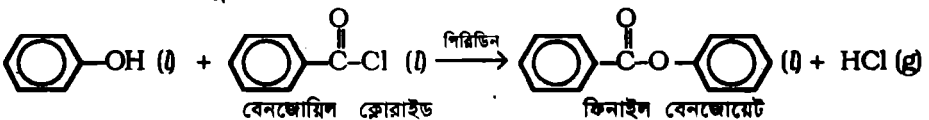
(ক) ইথাইল ইথানোয়েট প্রস্তুতি : ইথানোয়িক ক্লোরাইড ও ইথানলের বিক্রিয়ার ফলে ইথাইল ইথানোয়েট এস্টার ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। অনুরূপভাবে, ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড ও ইথানলের বিক্রিয়ায় ইথাইল ইথানোয়েট এস্টার ও ইথানোয়িক এসিড উৎপন্ন হয়।



(খ) কিনাইল ইথানোয়েট প্রস্তুতি : কারের (যেমন, NaOH বা পিরিডিন-এক) উপস্থিতিতে ফেনল ইথানোয়িক ক্লোরাইড অথবা ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের সাথে বিক্রিয়া করে কিনাইল ইথানোয়েট এস্টার গঠন করে।



(গ) কিনাইল বেনজোয়েট প্রস্তুতি : পিরিডিনের উপস্থিতিতে বেনজোয়িক ক্লোরাইড ও ফেনলের বিক্রিয়ায় কিনাইল বেনজোয়েট ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।



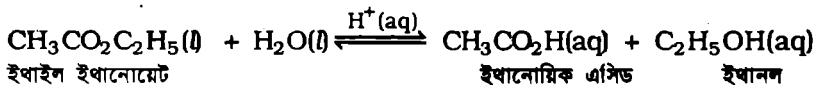
৯.২৬ এস্টারের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of esters)

সক্রিয়তা (Reactivity) : এস্টারের রাসায়নিক সক্রিয়তা এসিড ক্লোরাইড ও এসিড অ্যানহাইড্রাইড থেকে কম। কারণ এ সব যৌগের কার্বনাইল কার্বনের চেয়ে এদের এস্টারের কার্বনাইল কার্বনে ইলেকটন ঘাটতি কম অর্থাৎ কার্বনাইল কার্বনে তুলনামূলকভাবে কম ধনাত্মক চার্জ ($C^{δ+}$) সৃষ্টি হয়। ফলে নিউক্লিওফাইল অর্থাৎ ইলেকটনদাতা বিকারক যেমন, H_2O , $R-OH$, NH_3 ও অ্যামিনো যৌগ প্রভৃতির সঙ্গে এস্টারের নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া এসিড ক্লোরাইড বা অ্যানহাইড্রাইডের তুলনায় ধীরগতি সম্পন্ন হয়ে থাকে। অধিকন্তু কার্বনাইল মূলকের সাধারণ বিক্রিয়া এস্টার দেয় না।

৯.২৬.১ এস্টারের আর্দ্র বিশ্লেষণ (Hydrolysis of ester)

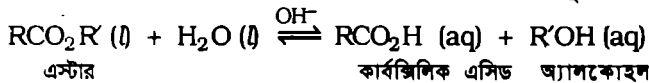
১। খনিজ এসিড ও ক্ষার দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণ : এস্টারের আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে উৎপন্ন কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যালকোহল বা ফেনল সাম্যাবস্থায় থাকে। খনিজ এসিডের উপস্থিতি আর্দ্র বিশ্লেষণের এ সাম্যাবস্থা বজায় রাখে।

(i) লঘু HCl এর উপস্থিতিতে ইথাইল ইথানোয়েট আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ইথানোয়িক এসিড ও ইথানল উৎপন্ন করে।

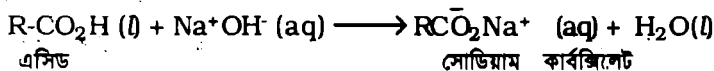


ক্ষারীয় মাধ্যমে এস্টারের আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্রুতগতিতে ঘটে। কারণ-

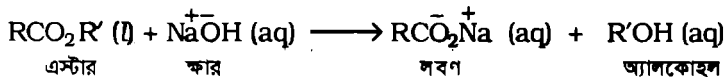
হাইড্রক্সাইড আয়ন আর্দ্র বিশ্লেষণের বিক্রিয়ার হার নির্ণায়ক ধাপে প্রভাবকরূপে ক্রিয়া করে।



বিক্রিয়ায় কিছু পরিমাণ এসিড অণু (RCO_2H) উৎপন্ন হলে সে এসিডের সাথে OH^- আয়ন বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।

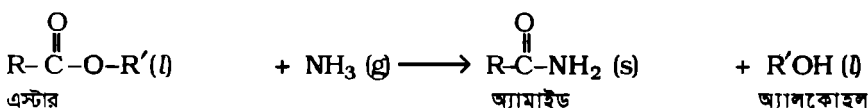


লবণ সৃষ্টির মাধ্যমে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা থেকে RCO_2H অপসারিত হয়। ফলে আর্দ্র বিশ্লেষণ ক্ষারীয় মাধ্যমে সমৃদ্ধ দিকে ঘটতে থাকে। বিক্রিয়াকালে সমস্ত ক্ষার ব্যবহৃত হয়ে লবণ উৎপন্ন করে।



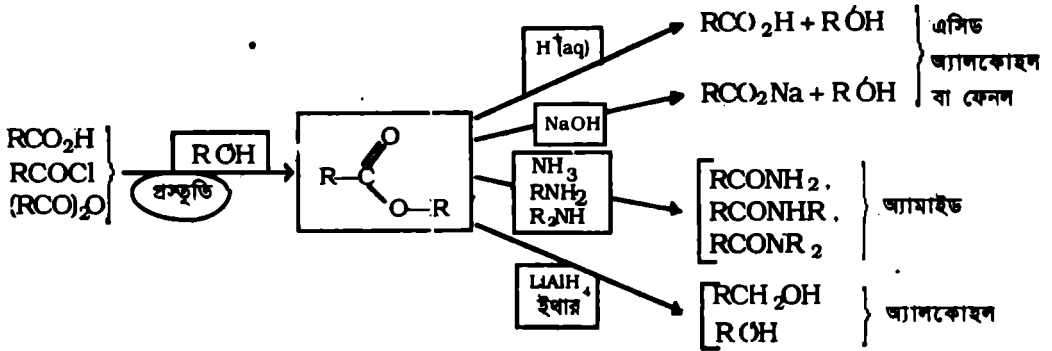
৯.২৬.২ এস্টার থেকে অ্যামাইড গঠন (Formation of amide from ester)

১। অ্যামোনিয়া দ্বারা বিশ্লেষণ বা অ্যামোনো-বিশ্লেষণ : (ক) অ্যালকোহলে বা পানিতে দ্রবীভূত অ্যামোনিয়ার গাঢ় দ্রবণের সঙ্গে এস্টারের বিক্রিয়ায় এসিড অ্যামাইড ও অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াকে অ্যামোনো-বিশ্লেষণ (ammonolysis) বলে।



৯.২৭ এস্টারের প্রস্তুতি ও বিক্রিয়ার সার-সংক্ষেপ

Summary of preparation and reactions of ester



চিত্র ৯.৮ : বিভিন্ন পদ্ধতিতে এস্টার প্রস্তুতি ও এস্টারের বিক্রিয়ার চিত্ররূপ

৯.২৮ এস্টারের ব্যবহার (Uses of esters)

(১) এস্টার বিভিন্ন কৃত্রিম সুগন্ধকারকরূপে ব্যবহৃত হয়। (২) তৈল, রং, বার্নিশ, গাম, সেলুলোজ প্রভৃতির দ্রাবকরূপে এস্টার ব্যবহৃত হয়। বিউটাইল অ্যাসিটেট “পেনিসিলিন”-এর দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া রেজিন, প্লাস্টিক প্রভৃতির উত্তম দ্রাবকরূপে এস্টারের ব্যবহার আছে। (৩) খাদ্য ও পানীয় বস্তু সুস্বাদু এবং সুগন্ধযুক্ত করার জন্যও এস্টারসমূহ ব্যবহৃত হয়। যেমন,

(ক) ইথাইল অ্যাসিটেট বিশেষ করে দ্রাবক হিসেবে, কৃত্রিম সুগন্ধকারক হিসেবে, খাদ্যবস্তু সুস্বাদু করতে এবং ওষুধ শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

(খ) বেনজোয়িক এসিডের এস্টারসমূহ বিশেষ করে সুগন্ধি পদার্থ হিসেবে অধিক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

৯.২৯ পলিএস্টার (Polyesters)

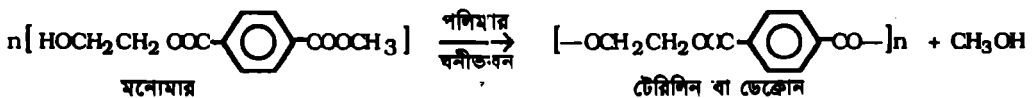
পলিএস্টার হল এক প্রকার পলিমার। এটি জৈব দীকারকীয় এসিড ও ডাইহাইড্রিক অ্যালকোহলের মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়ার ফলে যুক্তএস্টাররূপে সৃষ্টি হয়। যেমন, টেরি থ্যালিক এসিড বা 1,4 - বেনজিন ডাইকার্বক্সিলিক এসিড ও ইথেন 1, 2 ডাইঅল অণুর মাধ্যমে বিক্রিয়া করে টেরিলিন নামক পলিএস্টার গঠন করে।

টেরিলিন (Terylene) একটি গুরুত্বপূর্ণ পলিএস্টার। টেরিলিনকে যুক্তরাষ্ট্রে ডেক্রোন (Dacron) বলে।

শিল্পোৎপাদন : কার্যীয় প্রভাবক ও 200°C তাপমাত্রায় উত্তম ডাইমিথাইল টেরিথ্যালোট ও অধিক পরিমাণ ইথিলিন গ্লাইকল-এর মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়ার ফলে টেরিলিন উৎপন্ন হয়। [ঘনীভবন বিক্রিয়াকালে মনোমার অণুগুলো পরস্পরের সাথে যুক্ত হওয়ার সময় পানি অথবা মিথানল জাতীয় সরল অণু অপসারিত করে দেয়।] যেমন,



পলিমার একক বা মনোমার অণুসমূহ তাদের উভয় প্রান্তে বিপরীতভাবে যুক্ত হয়ে টেরিলিন বা ডেক্রোন নামক পলিমার গঠন করে।



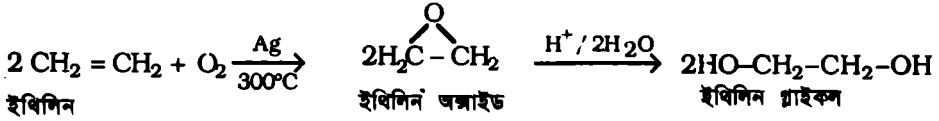
প্রতি পাউন্ড ডেক্রোনের জন্য প্রায় 0.31 পাউন্ড গ্লাইকল ও 0.861 পাউন্ড ডাইমিথাইল টেরিথ্যালোট রি-অ্যাক্টিবে যোগ করা হয়। ভ্যাকুয়ামে (অতি নিম্নচাপে) ও উচ্চ তাপমাত্রায় পলিমারকরণ সম্পন্ন হয়। ঘনীভবনকালে মিথানল অণু অপসারিত হয় এবং আর্শিটি বেনজিন বলয় সমন্বিত একটি পলিমার অণু গঠিত হয়। ফিল্টার করার পর বিগলিত তরল থেকে স্পিনিং পদ্ধতিতে ডেক্রোন সূতা উৎপন্ন করা হয়। এভাবে প্রস্তুত করা কৃত্রিম আঁশ বা সূতাকে প্রাকৃতিক

সূতা যেমন, কার্পাস তুলার সূতার সাথে (60 : 40 অনুপাত, 80 : 20 অনুপাতে) মিশিয়ে কাপড় উৎপাদন করা হয়। এভাবে প্রস্তুত ব্রেডিং সূতার কাপড় 100% কার্পাস তুলার সূতার মতই আরামদায়ক হয়।

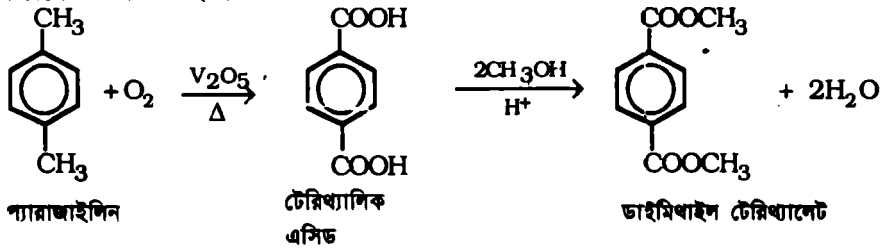
টেরিলিন থেকে সোয়েটার, মোজা, সার্টিং কাপড়, শাড়ি ইত্যাদি বিভিন্ন প্রকারের কাপড় প্রস্তুত করা হয়।

এক্ষেত্রে ব্যবহৃত ইথিলিন গ্লাইকল ও ডাইমিথাইল টেরিথ্যালাটে নিম্নোক্তভাবে প্রস্তুত করা হয় :

(১) ইথিলিন ও অক্সিজেন মিশ্রণকে 300°C তাপমাত্রায় উত্তমত সিলভার প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করে ইথিলিন অক্সাইড উৎপন্ন করা হয়। তারপর তাকে লঘু এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় ইথিলিন গ্লাইকলে পরিণত করা হয়।

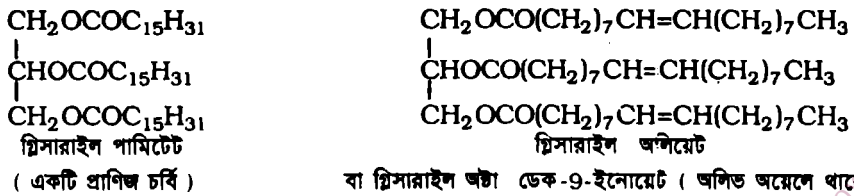


(২) প্যারা জাইলিনকে উত্তমত ভ্যানাডিয়াম পেন্টাঅক্সাইড (V₂O₅) প্রভাবকের উপস্থিতিতে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে টেরিথ্যালাক এসিড উৎপন্ন করা হয়। অতঃপর তাকে এসিডের উপস্থিতিতে মিথানলের সাথে বিক্রিয়ায় ডাইমিথাইল টেরিথ্যালাটে গঠন করা হয়।



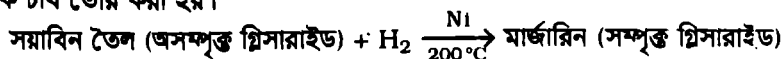
৯.৩০ তৈল ও চর্বি : সাবান (Oils and fats : soap)

(ক) তৈল ও চর্বি : তৈল ও চর্বিকে একত্রে লিপিড বলে। তৈল ও চর্বি হল গ্লিসারল বা গ্লিসারিন এর উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের এস্টার। উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের মধ্যে সম্পৃক্ত পামিটিক এসিড (C₁₅H₃₁CO₂H), স্টেয়ারিক এসিড (C₁₇H₃₅CO₂H) এবং অসম্পৃক্ত অলিয়িক এসিড (C₁₇H₃₃CO₂H), লিনোলিক এসিড (C₁₇H₃₁CO₂H) ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য। সম্পৃক্ত উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের গ্লিসারিন এস্টার হল কঠিন চর্বি এবং অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডের গ্লিসারিন এস্টার হল তৈল। এখানে দুটি উদাহরণ দেয়া হল। যেমন,



তৈল ও চর্বির পার্থক্য : (১) সম্পৃক্ত কার্বক্লিক এসিডের গ্লিসারিন এস্টার হল কঠিন চর্বি এবং অসম্পৃক্ত কার্বক্লিক এসিডের গ্লিসারিন এস্টার হল তৈল। (২) তৈলের গলনাঙ্ক 20°C এর কম হয়; কিন্তু চর্বির গলনাঙ্ক 20°C এর অধিক হয়। (৩) তৈল উদ্ভিদদেহে কিন্তু চর্বি প্রাণিদেহে উৎপন্ন হয়।

তৈল ও চর্বির গুরুত্ব : (১) খাদ্যরূপে তৈল ও চর্বি থেকে আমরা শক্তি পেয়ে থাকি। [1g তৈল বা চর্বি = 9 cal = 9 × 4.184 J খাদ্যমান] (২) তৈল ও চর্বির ক্ষারীয় বিশ্লেষণে সাবান ও গ্লিসারিন উৎপন্ন হয়। (৩) রং-বার্ণিশ ও প্রসাধনী তৈরিতে তৈল চর্বি ব্যবহৃত হয়। (৪) তৈলকে নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেনেশন বা হাইড্রোজেন সংযোজন দ্বারা চর্বিতে পরিণত করা যায়। যেমন, সয়াবিন তৈলকে হাইড্রোজেনেশন করে মার্জারিন নামক চর্বি তৈরি করা হয়।



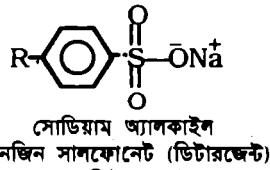
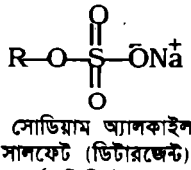
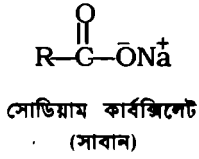
(৫) পরিপাকতন্ত্রে চর্বির তুলনায় তৈল সহজে হজম হয় এবং তৈলে কলেস্টেরল কম থাকে।

সাবানের লেজ ঢুকে পড়ে [চিত্র দ্রষ্টব্য]। কাপড়কে যখন আছড়ানো হয় বা পানিতে আলোড়িত করা হয়, কাপড়ের সুতা থেকে তৈলের সূক্ষ্ম কণাগুলো আলাদা হয়ে পানিতে ভেসে ওঠে। তৈলের প্রতিটি সূক্ষ্ম কণা ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে, তাই এরা পরস্পরকে বিকর্ষণ করে, কিন্তু জমাট বাঁধে না। সাবানের কার্বিক্সিলেট আয়ন তৈলের সূক্ষ্ম কণাকে অবদ্রবণ বা ইমালসন (emulsion)-এ পরিণত করতে পারে বলেই সাবান ময়লা পরিষ্কারকরুণে কার্যকরী।

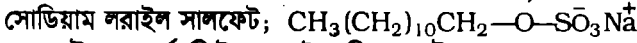
উল্লেখ্য সোডিয়াম ও পটাসিয়াম সাবান মৃদু পানিতে দ্রবীভূত থেকে কাপড়ের ময়লা পরিষ্কার করতে পারে। খর পানির ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম লবণের সাথে সাবান বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় Ca, Mg সাবানে পরিণত হয়।

৯.৩১ ডিটারজেন্ট (Detergents)

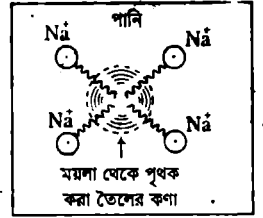
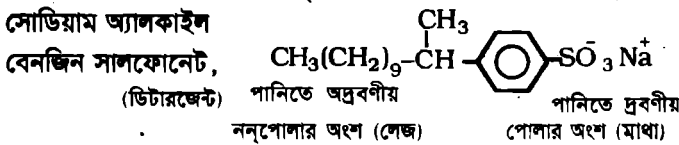
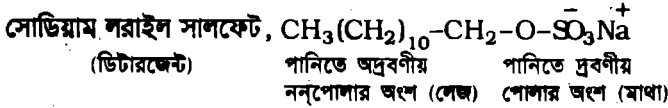
সংজ্ঞা : বর্তমানে ডিটারজেন্ট বলতে সংশ্রষণ পদ্ধতিতে প্রস্তুতকৃত ও সাবানের গুণসম্পন্ন রাসায়নিক পদার্থকে বোঝানো হয়। রাসায়নিকভাবে ডিটারজেন্ট হল দীর্ঘ কার্বন শিকলযুক্ত অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেট (R-SO₄H)-এর সোডিয়াম লবণ (R-SO₄Na) অথবা দীর্ঘ কার্বন শিকলযুক্ত অ্যালকাইল বেনজিন সালফোনিক এসিডের সোডিয়াম লবণ। অপরদিকে সাবান হল দীর্ঘ কার্বন শিকলযুক্ত কার্বিক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ। যেমন,



এখানে R- হল 12 থেকে 18টি কার্বনবিশিষ্ট অ্যালকাইল মূলক; তাকে ডিটারজেন্ট অণুর লেজ বা Tail বলা হয় এবং অবশিষ্ট অংশকে মাথা বা Head বলা হয়। যেমন,



(ক) দৌত কার্যে ডিটারজেন্টের ক্রিয়া কৌশল : সাবান অণুর মত ডিটারজেন্ট অণুর এক প্রান্তে পানিতে দ্রবণীয় হাইড্রোফিলিক পোলার সালফেট অথবা সালফোনট আয়ন থাকে। অপর অংশ হল সমযোজী কক্ষনে আবদ্ধ দীর্ঘ হাইড্রোকার্বন শিকল, এটি পানিতে অদ্রবণীয় হাইড্রোফোবিক অংশ; হাইড্রোফোবিক অংশ তৈলে দ্রবণীয়। দীর্ঘ হাইড্রোকার্বন শিকলকে 'লেজ' এবং পোলার সালফেট অথবা পোলার সালফোনট অংশকে 'মাথা' বলে। যেমন,



ময়লা থেকে পৃথক করা তৈলের কণা

সংক্ষেপে ডিটারজেন্টের লেজ ও মাথাকে এভাবে দেখানো হয়, $\text{---}\ominus$ চিত্র- ৯.১০ ঃ দৌতকার্যে
লেজ মাথা ডিটারজেন্টের ক্রিয়াকৌশল

যখন ডিটারজেন্ট পানিতে গলে যায়, তখন এর হাইড্রোফিলিক পোলার অংশ বা মাথা পানিতে দ্রবীভূত হয়; কিন্তু হাইড্রোফোবিক দীর্ঘ কার্বন শিকল বা লেজ পানিতে অদ্রবীভূত থাকে। এর ফলে পানির উপরিতলে ডিটারজেন্টের এক অণুবিশিষ্ট একটি অতি সূক্ষ্ম স্তর সৃষ্টি হয়। ডিটারজেন্টের জলীয় দ্রবণে ময়লা কাপড় ডুবালে কাপড়ের তৈলাক্ত ময়লা স্তরে ডিটারজেন্টের অপোলার লেজটি দ্রবীভূত হয় এবং এর পোলার সালফোনট বা মাথা পানিতে দ্রবীভূত হয়। ডিটারজেন্টের আয়নসমূহ তৈলের সূক্ষ্ম কণাকে ঘেরাও করে এবং তৈলের বলয়ের মধ্যে ডিটারজেন্টের লেজ ঢুকে পড়ে (চিত্র দ্রষ্টব্য)। পানিতে কাপড়কে আলোড়িত করলে কাপড়ের সুতা থেকে তৈলের কণাগুলো আলাদা হয়ে পানিতে ভেসে ওঠে। তৈলের প্রতিটি সূক্ষ্ম কণা ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে, তাই এরা পরস্পরকে বিকর্ষণ করে; কিন্তু জমাট বাঁধে না। এরূপে ডিটারজেন্টের পোলার অংশ তৈলের সূক্ষ্ম কণাকে অবদ্রবণ বা ইমালসনে পরিণত করে কাপড়ের ময়লা পরিষ্কার করে থাকে।

(খ) ডিটারজেন্ট ও সাবানের বৈশিষ্ট্য এবং তুলনা : (১) ডিটারজেন্ট ও সাবানের গঠন থেকে সুস্পষ্ট যে প্রত্যেকের বেলায় পানিতে দ্রবণীয় পোলার অংশ (মাথা) ও তৈলে দ্রবণীয় অ্যালকাইল মূলক (লেজ) বর্তমান আছে।

(২) সাধারণত সোডিয়াম সাবান খর পানিতে উপস্থিত ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম আয়নের অদ্রবণীয় সাবান রূপে ভেসে ওঠে। ফলে ব্যবহৃত সাবানের অপচয় ঘটে এবং কাপড়ের আঁশের ক্ষতি হয়। অপরদিকে ডিটারজেন্ট খর পানির ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি আয়নের সাথেও দ্রবণীয় লবণরূপে কার্যকরী থাকে।

(৩) খর পানিতে ও মৃদু পানিতে ডিটারজেন্ট সমভাবে কার্যকরী অর্থাৎ সাবানের চেয়ে ডিটারজেন্টের ব্যবহার ক্ষেত্র প্রশস্ত।

(৪) সাবানের তুলনায় ডিটারজেন্ট অধিক শক্তিশালী পরিষ্কারক পদার্থ।

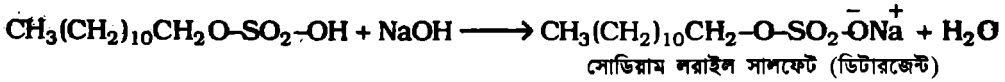
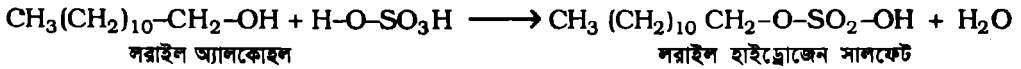
(৫) ডিটারজেন্ট জলীয় ও অজলীয় উভয় মাধ্যমে সমভাবে ব্যবহার করা যায়; কিন্তু সাবানকে পারা যায় না।

(৬) ডিটারজেন্ট তরল ও পাউডার আকারে ব্যবহার করা যায়। ডিটারজেন্টের গুণাগুণ বৃদ্ধির জন্য সিলিকেট, সোডিয়াম সালফেট ও অজৈব ফসফেট ব্যবহার করা যায়।

(৭) সাবানের তুলনায় ডিটারজেন্টের দাম কম হয়।

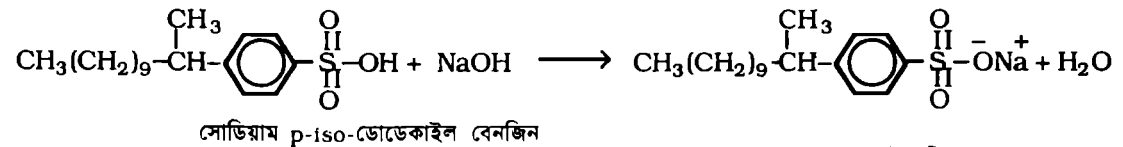
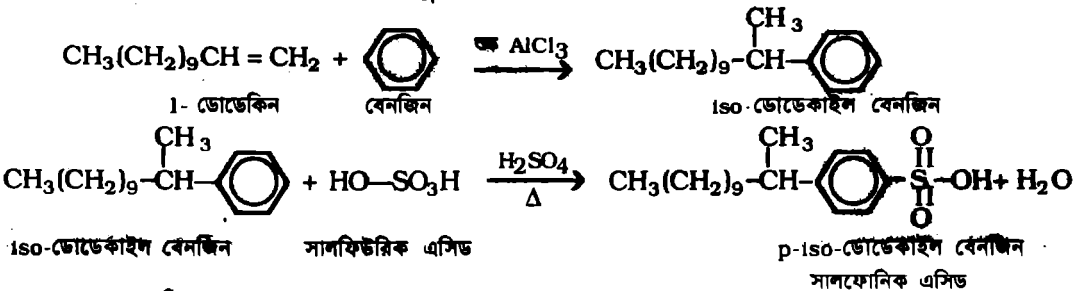
৯.৩২ ডিটারজেন্ট উৎপাদন (Manufacture of Detergents)

১। সোডিয়াম অ্যালকাইল সালফেট : সোডিয়াম লরাইল সালফেট : এই ডিটারজেন্ট লরাইল অ্যালকোহল $C_{12}H_{25}OH$ থেকে প্রস্তুত করা হয়। পাম তৈল বা নারিকেল তৈল থেকে হাইড্রোজেন সংযোজন ও আর্প বিপ্লবণ প্রক্রিয়ায় লরাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন করার পর H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া ঘটিয়ে লরাইল হাইড্রোজেন সালফেট তৈরি করা হয়। শেষে এর সাথে কস্টিক সোডা মিশিয়ে সোডিয়াম লরাইল সালফেট নামক ডিটারজেন্ট উৎপন্ন হয়।

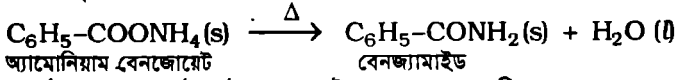


২। সোডিয়াম অ্যালকাইল বেনজিন সালফোনেন্ট [ABS ডিটারজেন্ট]

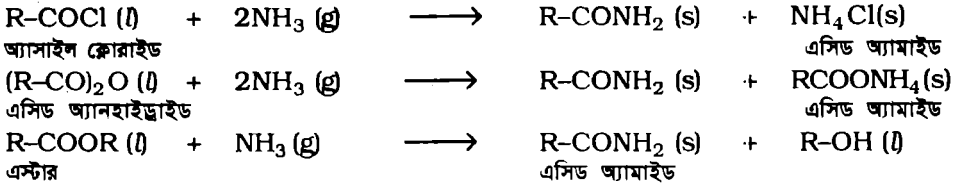
সোডিয়াম অ্যালকাইল বেনজিন সালফোনেন্ট সংক্ষেপে ABS-ডিটারজেন্ট বহুল ব্যবহৃত সার্ক পাউডার নামে পরিচিত। ফ্রিডেল ক্রাফ্ট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়ার সাহায্যে বেনজিন ও দীর্ঘ কার্বন শিকল ($C_{10} - C_{12}$) যুক্ত অ্যালকিন থেকে অ্যালকাইল বেনজিন (যেমন, ডোডেকাইল বেনজিন) প্রস্তুত করা হয়। পরে তাকে গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা সালফোনেশন প্রক্রিয়ায় অ্যালকাইল (যেমন, p-iso ডোডেকাইল) বেনজিন সালফোনিক এসিডে এবং শেষে $NaOH$ দ্বারা প্রশমিত করে সোডিয়াম লবণ উৎপন্ন করা হয়।



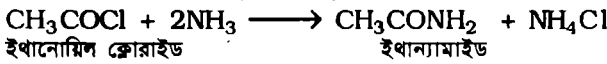
(ii) **বেনজ্যামাইড প্রস্তুতি** : অ্যামোনিয়াম বেনজোয়েটকে উত্তপ্ত করলে বেনজ্যামাইড ও পানি উৎপন্ন হয়।



২। অ্যাসাইল হ্যালাইড, অ্যানহাইড্রাইড ও এস্টার থেকে : নিম্ন তাপমাত্রায় গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণকে অ্যাসাইল হ্যালাইড বা এসিড অ্যানহাইড্রাইড বা এস্টারের সঙ্গে মিশ্রিত করলে এসিড অ্যামাইড উৎপন্ন হয়।

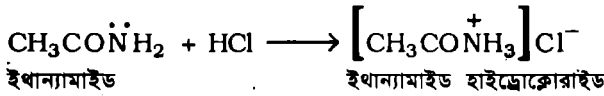


(i) **ইথান্যামাইড প্রস্তুতি** : এই প্রক্রিয়ায় অ্যামাইড প্রস্তুতিতে প্রধানত এসিড ক্লোরাইড বেশি ব্যবহৃত হয়। যেমন, ইথানোয়িক ক্লোরাইডের সাথে শুষ্ক NH_3 গ্যাসের বিক্রিয়ার ফলে ইথান্যামাইড ও NH_4Cl উৎপন্ন হয়।

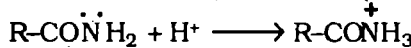


৯.৩৬ অ্যামাইডের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of amides)

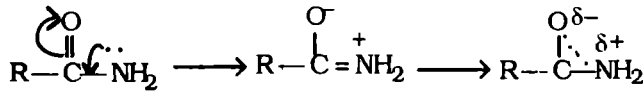
১। **ক্ষার ধর্ম** : দুর্বল ক্ষাররূপে ইথান্যামাইড HCl এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে। যেমন,



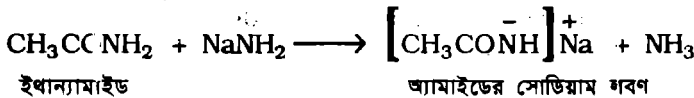
ক্ষার ধর্মের ব্যাখ্যা : এসিড অ্যামাইড (R-CONH_2) অণুর N-পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকায় এরা ক্ষাররূপে প্রোটন গ্রহণ করতে পারে। তাই অ্যামাইডসমূহ দুর্বল ক্ষাররূপে ক্রিয়া করে।



অ্যামোনিয়া ও অ্যামিনের তুলনায় অ্যামাইডসমূহ দুর্বল ক্ষারক। এর কারণ হচ্ছে, অ্যামাইড মূলকের N-পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল অনুরগন প্রক্রিয়ায় সঞ্চারশীল থাকে। তখন N-পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনযুগল C পরমাণুসহ দুর্বল কার্বন-নাইট্রোজেন দ্বিবন্ধন ($\text{C}=\text{N}$) সৃষ্টি করে। ফলে N-পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয় এবং প্রোটন গ্রহণ ক্ষমতা হ্রাস পায়। তাই অ্যামাইডসমূহ অ্যামোনিয়া ও অ্যামিনের তুলনায় দুর্বল ক্ষারক।

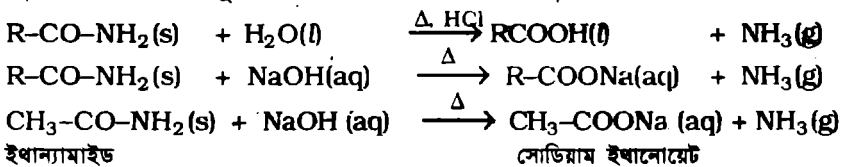


২। **অম্ল ধর্ম** : দুর্বল এসিডরূপে ইথান্যামাইড সোডা-অ্যামাইড (NaNH_2)-এর সাথে বিক্রিয়াকালে অ্যামাইড-মূলকের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে সোডিয়াম লবণ ও NH_3 গ্যাস উৎপন্ন হয়।



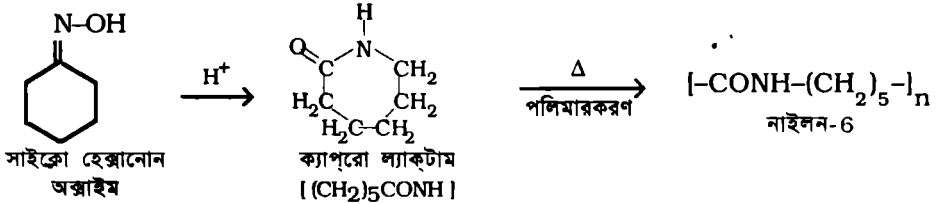
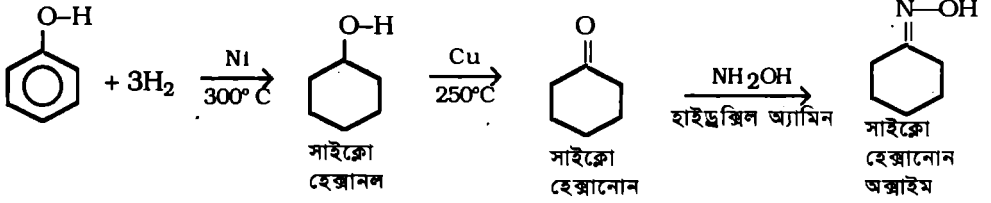
এ ছাড়া এসিড অ্যামাইডগুলো নিম্নোক্ত বিক্রিয়াসমূহ ঘটায় থাকে :

৩। **আর্দ্র বিশ্লেষণ** : অ্যামাইডকে পানিসহ ফুটন্ত তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে তা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে পৈতৃক এসিড উৎপন্ন করে। খনিজ এসিড যেমন, HCl -এর উপস্থিতিতে অ্যামাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্রুত হয়। ক্ষার দ্রবণে অ্যামাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়া দ্রুততর ঘটে এবং ধাতব লবণ উৎপন্ন হয়। যেমন,



(খ) নাইলন-৬

নাইলন-৬ হল প্রকৃতপক্ষে নাইলন-৬ : ৬ এর অনুরূপ একটি পলিঅ্যামাইড। এটাকে ফেনল থেকে নিম্নরূপে প্রস্তুত করা হয়। নাইলন-৬, নাইলন-৬ : ৬ অপেক্ষা নমনীয় এবং নিম্ন গলনাঙ্কবিশিষ্ট।



নাইলন-৬ এর ব্যবহার : নাইলন-৬ কে প্রধানত তন্তু হিসেবে বা কাপড়ের সূতা ও চাকার টায়ারের রজ্জু, দড়ি তৈরিতে ব্যবহার করা হয়।

নাইলন-৬ : ১০

.. নাইলন-৬ : ১০-কে সাধারণত ফেনল থেকে উৎপাদিত হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামিন এবং রেডির তৈল বা ক্যান্টার অয়েল থেকে উৎপাদিত সেবাসিক (Sebacic) এসিড $[\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}]$ থেকে প্রস্তুত করা হয়। প্রথমে হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামিন ও সেবাসিক এসিডের বিক্রিয়া ঘটিয়ে ৬ : ১০ লবণ যেমন, হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামিন সেবাসেট তৈরি করা যায়। পরে তাকে আরও পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় নাইলন-৬ : ১০ উৎপাদন করা হয়। [নাইলন-৬ : ৬ এর অনুরূপ ঘনীভবন বিক্রিয়া ঘটে।]

ব্যবহার : নাইলন-৬ : ৬ এবং নাইলন- ৬ : ১০-কে প্রধানত সাংগ্রেথিক তন্তু হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এসব তন্তু খুব শক্ত হওয়ায় দাঁতের ব্রাশ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। আকৃষ্ণিত নাইলন সূতা দ্বারা ইলাস্টিক গেঞ্জি, মোজা প্রভৃতি প্রস্তুত করা হয়। তাছাড়া এদেরকে ছাঁচের কাজে ব্যবহার করা হয়।

নাইলন-১১

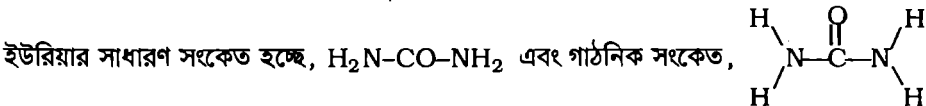
নাইলন-১১-কে ১১টি কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট অ্যামিনো উন-ডেকানোয়িক (amino undecanoic) এসিডের ঘনীভবন দ্বারা প্রস্তুত করা হয়। [নাইলন-৬ এর অনুরূপ ঘনীভবন ঘটে।]

নাইলন-১১ তন্তু, ছাঁচ এবং এক্সট্রুশন পাইপ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

ইউরিয়া বা কার্বামাইড (UREA OR CARBAMIDE)

৯.৩৮ ভূমিকা (Introduction)

ইউরিয়া হচ্ছে কার্বনিক এসিডের ডাইঅ্যামাইড বা কার্বনিক এসিডের অ্যামাইড বা কার্বামাইড। প্রাণিদেহে প্রোটিনের বিপাকীয় পরিবর্তনে ইউরিয়া উৎপন্ন হয়, যা রক্ত থেকে কিডনির মাধ্যমে প্রস্রাবে চলে আসে।



নাইটাইল বা সায়ানাইড (Nitrile or Cyanide) $R-C \equiv N$

৯.৪০ ভূমিকা (Introduction)

নাইটাইলের সংজ্ঞা : হাইড্রোকার্বনের একটি H-পরমাণু সায়ানাইড মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন যৌগকে নাইটাইল বলা হয়। নাইটাইলের সংকেত হল $R-C \equiv N$

অন্যান্য এসিড জাতক ও নাইটাইলের মধ্যে পার্থক্য হল, নাইটাইলসমূহে কার্বনাইল মূলক থাকে না। এদেরকে জৈব এসিড থেকে সহজে প্রস্তুত করা যায় এবং এরা সহজে অর্ধ বিশ্লেষিত হয়। হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে অ্যালিফেটিক নাইটাইল ও ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে অ্যারোমেটিক নাইটাইল প্রস্তুত করা হয়।

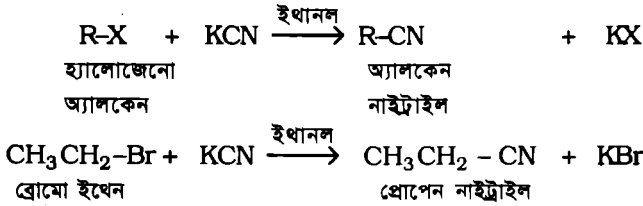
ব্যবহার : অ্যাসিটো নাইটাইল বা ইথেন নাইটাইল (CH_3CN) শিল্পক্ষেত্রে দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। এক্রাইলো নাইটাইল বা ভিনাইল সায়ানাইড ($CH_2=CHCN$) থেকে নাইটাইল রাবার ও এক্রাইলিক সূতা তৈরি করা হয়।

নামকরণ : সায়ানাইড পদ্বতিতে এদেরকে অ্যালকাইল সায়ানাইড ($IR-CN$) ও অ্যারাইল সায়ানাইড ($ArCN$) বলে। সাধারণ পদ্বতিতে RCN -এর অর্ধ-বিশ্লেষণে উৎপন্ন এসিডের নামের শেষের -ic acid বাদ দিয়ে -onitrile যোগ করে RCN -এর নামকরণ করা হয়। যেমন, CH_3CN এর নাম হল অ্যাসিটো নাইটাইল। জেনেভা পদ্বতিতে RCN -এর মোট কার্বনযুক্ত অ্যালকেন শব্দের পর নাইটাইল শব্দ যোগ করে নামকরণ করা হয়। যেমন, CH_3CN -এর নাম হবে ইথেন নাইটাইল। C_6H_5CN কে বেনজিন কার্বো নাইটাইল বলা হয়।

৯.৪১ নাইটাইলের প্রস্তুত প্রণালী (Preparation of nitrile)

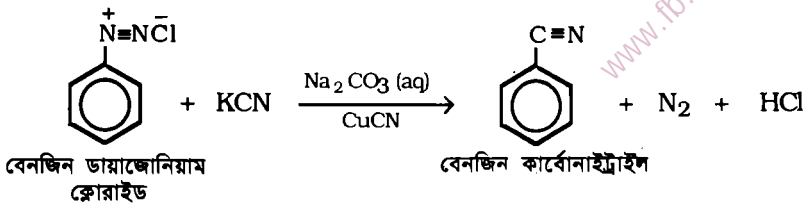
(ক) অ্যালিফেটিক নাইটাইল বা অ্যালকাইল সায়ানাইড প্রস্তুতি

১। হ্যালোজেনো অ্যালকেন বা অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে : হ্যালোজেনো অ্যালকেন বা অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে পানি মিশ্রিত অ্যালকোহলীয় পটাসিয়াম বা সোডিয়াম সায়ানাইডের বিক্রিয়ায় অ্যালকেন নাইটাইল বা অ্যালকাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে হ্যালোজেন পরমাণু নাইটাইল মূলক ($-CN$) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



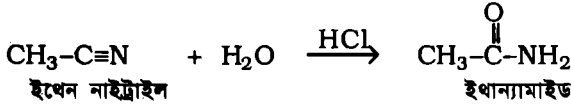
(খ) অ্যারোমেটিক নাইটাইল বা অ্যারাইল সায়ানাইড প্রস্তুতি

(১) ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে : ডায়াজোনিয়াম লবণকে প্রথমে লঘু সোডিয়াম কার্বনেট লবণ দ্বারা প্রশমিত করা হয়। এর প্রায় $100^\circ C$ তাপমাত্রায় কপার (1) সায়ানাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে ডায়াজোনিয়াম লবণ ও পটাসিয়াম সায়ানাইডের বিক্রিয়ায় অ্যারোমেটিক নাইটাইল যেমন, বেনজিন কার্বো নাইটাইল বা ফিনাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়।

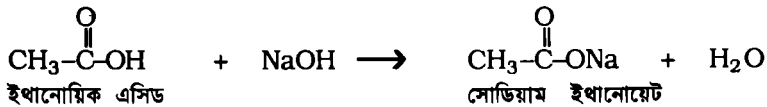
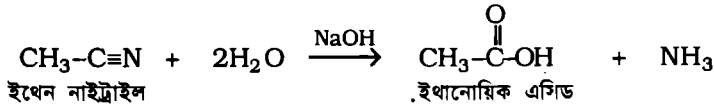


৯.৪২ নাইট্রাইলের রাসায়নিক ধর্ম Chemical properties of nitrile

১। নাইট্রাইলের আর্দ্র বিশ্লেষণ : অ্যালকাইল বা অ্যারাইল সায়ানাইডকে অর্থাৎ নাইট্রাইলকে লঘু খনিজ এসিড সহযোগে উত্তপ্ত করলে এরা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে প্রথমে অ্যামাইড ও পরে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুবৃত্ত কার্বঞ্জিলিক এসিডে পরিণত হয়। যেমন, ইথেন নাইট্রাইল বা মিথাইল সায়ানাইডকে লঘু HCl সহ উত্তপ্ত করলে তা প্রথমে ইথান্যামাইড বা অ্যাসিট্যামাইড ও পরে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিডে পরিণত হয়।

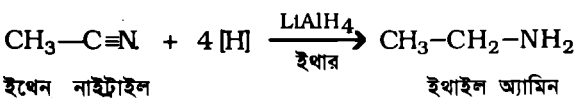


২। নাইট্রাইলের ক্ষারীয় বিশ্লেষণ : নাইট্রাইলকে লঘু ক্ষার যেমন, লঘু NaOH দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে প্রথমে নাইট্রাইল আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে কার্বঞ্জিলিক এসিড ও অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন এসিড ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। যেমন,

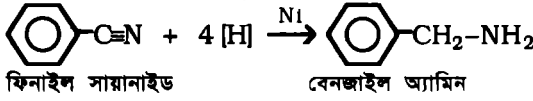


৩। নাইট্রাইলের বিজারণে 1° অ্যামিন : নাইট্রাইলকে সোডিয়াম ও অ্যালকোহল মিশ্রণ বা ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করলে প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়। অথবা র্যানে নিকেল-এর উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করলে প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়।

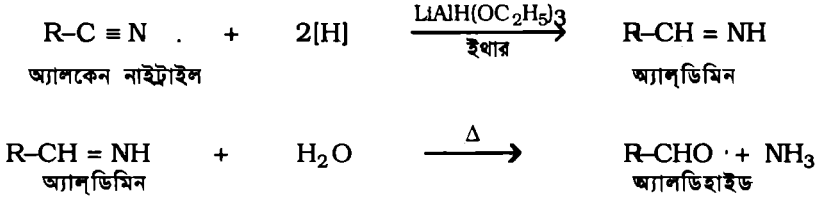
উদাহরণ : ১। ইথেন নাইট্রাইলকে ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রাইড অ্যালুমিনেট (LiAlH₄) দ্বারা বিজারিত করলে ইথাইল অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



২। ফিনাইল সায়ানাইড বা বেনজিন কার্বোনাইটাইলকে ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেটা-হাইড্রিডো অ্যালুমিনেট (LiAlH₄) বা H₂ গ্যাস ও র্যানে নিকেল গুঁড়া দ্বারা বিজারিত করলে বেনজাইল অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



৪। নাইট্রাইলের আংশিক বিজারণে অ্যালডিহাইড : নাইট্রাইলকে ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টাই-ইথোক্সি অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করলে প্রথমে অ্যালডিমিন (aldimine) উৎপন্ন হয়। পরে তাকে আর্দ্র-বিশ্রেণিত করলে অ্যালডিহাইড ও অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।



৯ম অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। জৈব যৌগে কার্বক্সিল মূলক (-COOH) অথবা সালফোনিক এসিড মূলক (-SO₃H) থাকলে, তাদেরকে জৈব এসিড বলা হয়। অ্যালিফেটিক মনোকার্বক্সিলিক এসিডকে 'ফ্যাটি এসিড'ও বলা হয়। জেনেভা পদ্ধতিতে মনোকার্বক্সিলিক এসিডকে অ্যালকানোয়িক এসিড এবং ডাইকার্বক্সিলিক এসিডকে অ্যালকেন ডাইঅয়িক এসিড বলা হয়।

২। কার্বক্সিলিক এসিডের অণুগুলো নিজেদের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা ডাইমার গঠন করে। পানিতে ডাইমার ভেঙে মনোমাররূপে পানি অণুর সাথে পুনরায় হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টি করে তাই পানিতে কার্বক্সিলিক এসিড বেশ দ্রবণীয়। পানিতে এসিড আয়নিত হয়ে প্রোটন তৈরি করে ও অল্প ধর্ম প্রকাশ করে। যে কোন কার্বক্সিলিক এসিড NaHCO₃ এর দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় CO₂ গ্যাস মুক্ত করে।

৩। কার্বক্সিলিক এসিডের চারটি জাতক আছে; তারা হল অ্যাসাইল ক্লোরাইড, এস্টার, এসিড অ্যামাইড ও এসিড অ্যানহাইড্রাইড। অ্যামাইড মূলকে (-CONH₂) দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু থাকায়, তারা কার্বক্সিলিক এসিডের তুলনায় বেশি সংখ্যক হাইড্রোজেন বন্ধন করতে পারে। তাই সব অ্যামাইড কঠিন অবস্থায় থাকে। কিন্তু অপর তিনটি এসিড জাতকের কার্বকরী মূলকে হাইড্রোজেন না থাকায় তারা হাইড্রোজেন বন্ধনে আবদ্ধ হতে পারে না। আবার তাদের কার্বনাইল মূলক পোলারিত হওয়ার কারণে অণুগুলোর মধ্যে ডাইপোল-ডাইপোল আকর্ষণ থাকে। তাই এ সব এসিড জাতক কক্ষ তাপমাত্রায় উত্তল হয়ে থাকে। অ্যামাইডসমূহ মৃদু দুর্গন্ধযুক্ত এবং এস্টারসমূহ সুগন্ধযুক্ত হয়।

৪। কার্বক্সিল মূলকটি কার্বনাইল মূলক ও হাইড্রক্সিল মূলকের সমন্বয়ে গঠিত। উভয়মূলক পরস্পর পরস্পরকে প্রভাবিত করে। ফলে কার্বক্সিল মূলক (-COOH) কার্বনাইল যৌগ ও অ্যালকোহলের অনুরূপ কোন বিক্রিয়া দেয় না। কার্বক্সিলিক এসিডের মধ্যে ফরমিক এসিড অধিক অম্লধর্মী; এর বিয়োজন ধ্রুবক K_a = 1.7 x 10⁻⁴ molL⁻¹। কিন্তু α কার্বনের H পরমাণু ঋণাত্মক আবেশধর্মী ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উক্ত প্রতিস্থাপিত এসিডের অম্লত্ব অনেক গুণ বৃদ্ধি পায়।

৫। অ্যালকোহল ও অ্যালডিহাইডকে এসিড ক্রোমেট অথবা এসিড পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারিত করে এবং অ্যালকেন নাইট্রাইল ও এস্টারকে অম্লীয় আর্দ্র-বিশ্লেষণ করলে কার্বজিলিক এসিড উৎপন্ন হয়।

৬। কার্বজিলিক এসিডের বিক্রিয়াগুলোকে অগুণ্ঠিত বিভিন্ন বন্ধনের ভাঙনভিত্তিক পাঁচ শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। কার্বজিল মূলক (-COOH) এর H পরমাণু প্রতিস্থাপনে লবণ গঠন; -OH মূলক প্রতিস্থাপনে চারটি এসিড জাতক গঠন, -CO- মূলকের বিচ্ছারণে অ্যালকোহল ও অ্যালকেন গঠন, ডিকার্বজিলেশন দ্বারা হাইড্রোকার্বন গঠন এবং অ্যালকাইল মূলকে হ্যালোজেনেশন দ্বারা প্রতিস্থাপিত এসিড গঠন করে।

৭। অ্যাসাইল (RCO-) মূলকযুক্ত এসিড জাতকসমূহের মধ্যে RCOCl ও (RCO)₂O এর সক্রিয়তা মূল এসিড অপেক্ষা বেশি হয়। তাদের সক্রিয়তার ক্রম হল RCOCl > (RCO)₂O > RCOOH > RCO₂R > RCONH₂। প্রত্যেকটি এসিড জাতকের আর্দ্র বিশ্লেষণে পুনরায় কার্বজিলিক এসিড উৎপন্ন হয়। অ্যামাইড ছাড়া অন্য তিনটি এসিড জাতককে LiAlH₄ দ্বারা বিজারিত করে সহজেই অ্যালকোহলে পরিণত করা যায়। এছাড়া এসিড জাতকগুলোকে পারস্পরিক রূপান্তর করা যায়।

৮। এসিড জাতকসমূহের শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহার আছে। অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড বা ইথানোয়িক ক্লোরাইড এবং ইথানোয়িক অ্যান্‌হাইড্রাইড স্যালিসাইলিক এসিড থেকে অ্যাস্পিরিন উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। কৃত্রিম সিলক (অ্যাসিটেট রেয়ন) উৎপাদনে সেলুলোজের দ্রাবকরূপে ইথানোয়িক অ্যান্‌হাইড্রাইড ব্যবহৃত হয়। পেনিসিলিনের দ্রাবকরূপে বিউটাইল অ্যাসিটেট এস্টার ব্যবহৃত হয়। এছাড়া তৈল, রং, বার্নিশ, সেলুলোজ দ্রাবক, রেজিন প্রাস্টিক প্রভৃতির উত্তম দ্রাবক হল বিভিন্ন এস্টার।

৯। পলিঅ্যামাইড বা নাইলন থেকে কৃত্রিম সূতা, হাঁচ ও পাইপ তৈরি করা হয়। ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড পলিঅ্যামাইড থেকে ম্যাল্যামাইন জাতীয় বাসনপত্র, ফরমিকা জাতীয় প্রাস্টিক তৈরি হয়। এসিড অ্যামাইডকে নিরুদিত করলে নাইট্রাইল উৎপন্ন হয়। নাইট্রাইল যৌগে -CN হল কার্যকরীমূলক। এক্রাইলো নাইট্রাইল থেকে নাইট্রাইল রাবার ও এক্রাইলিক সূতা উৎপাদন করা হয়।

অনুশীলনী-৯ : প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

জৈব এসিড

- ১। (ক) কার্বজিলিক এসিড কী? [সি. বো. ২০১১]
(খ) ফ্যাটি এসিড কী? এরূপ নামকরণের কারণ কী? [তা. বো. ২০১০]
- ২। (ক) অ্যালিফেটিক কার্বজিলিক এসিড প্রস্তুতির দুটি সাধারণ প্রণালী লেখ।
(খ) অ্যারোমেটিক মনোকার্বজিলিক এসিডের দুটি প্রস্তুত প্রণালী লেখ।
- ৩। মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিডের শিল্পোৎপাদন প্রণালী বর্ণনা কর।
- ৪। (ক) ইথানোয়িক এসিডের একটি শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর।
(খ) পাইরোলিগনিয়াস এসিড হতে ইথানোয়িক এসিড উৎপাদন বর্ণনা কর। [তা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৭; কু. বো. ২০১০; ষ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০০৯]
- (গ) ভিনেগার কী? ইথানল থেকে ভিনেগার উৎপাদনের কুইক ভিনেগার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

- ৫। বেনজোয়িক এসিডের শিল্পোৎপাদনের দুটি পদ্ধতি সংক্ষেপে সমীকরণসহ লেখ।
- ৬। (ক) কার্বঞ্জিল মূলকস্থিত কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) কিটোনের মত কেল্লাকর্ষী যুত বিক্রিয়া দেয় না কেন; তা ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
- (খ) ইলেকট্রনের ডিলোকালাইজেশন বা সঞ্চরণ বলতে কী বুঝ? কার্বঞ্জিলেট আয়নে ইলেকট্রনের সঞ্চরণে সূচক সঙ্কেত বা রেজোন্যান্স কাঠামো অঙ্কন কর। [সি. বো. ২০০৭]

এসিড জাতক

- ১। কার্বঞ্জিলিক এসিডের জাতক বলতে কী বুঝ? এদের নাম, কার্যকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। [চ. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০১০]
- ২। অ্যাসাইল ক্লোরাইডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালীসহ ইথানোয়িক ক্লোরাইডের প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- ৩। ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের দুটি প্রস্তুত পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ৪। (ক) এস্টার কী?
- (খ) এস্টারের দুটি সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী সহকারে ইথাইল ইথানোয়েট প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- ৫। (ক) তৈল ও চর্বি কী? তৈল ও চর্বি থেকে গ্লিসারিন উৎপাদনের মূলনীতি লেখ। [চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৮]
- (খ) সাবানায়ন কী? উদাহরণসহ লেখ। [চা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৭]
- (গ) সাবান কী? সাবান কীভাবে ময়লা পরিষ্কার করে তা ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- (ঘ) ডিটারজেন্ট কী? ডিটারজেন্ট কীভাবে ময়লা পরিষ্কার করে তা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০০৮]
- (ঙ) ময়লা পরিষ্কারকরূপে সাবানের চেয়ে ডিটারজেন্টের ব্যবহার সুবিধাজনক কেন?
- (চ) সাবান ও ডিটারজেন্ট কাকে বলে? এদের বৈশিষ্ট্যসমূহের তুলনা কর? [কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১০]
- (ছ) ডিটারজেন্ট কী? ABS ডিটারজেন্ট প্রস্তুতি বর্ণনা কর। [চা. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০]
- ৬। (ক) এসিড অ্যামাইড কী? অ্যামাইডের দুটি সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- (খ) নাইলন কী? তন্তু হিসেবে ব্যবহৃত নাইলনসমূহের দুটি প্রস্তুতপ্রণালী সমীকরণসহ লেখ।
- ৭। (ক) ইউরিয়া ফরম্যালডিহাইড রেজিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- (খ), ইউরিয়ার একটি বাণিজ্যিক প্রাস্টিকের নাম, গঠন ও প্রস্তুতি লেখ। [চ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০০৮]
- ৮। (ক) নাইট্রাইল কী? অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক নাইট্রাইল প্রস্তুতির দুটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ।
- (খ) ইথেন নাইট্রাইল থেকে (১) ইথানোয়িক এসিড, (২) ইথাইল অ্যামিন, (৩) ইথান্যাল প্রস্তুতি বর্ণনা কর।

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

১। টীকা লেখ

(ক) এস্টারকরণ	[৯.১১.২(১)]	[দি. বো. ২০০৯]
(খ) অ্যাসাইলকরণ বা অ্যাসাইলেশন	[৯.১৭.১]	
(গ) পলিএস্টার	[৯.২৯]	[কু. বো. ২০০৮]
(ঘ) তৈল ও চর্বি'র পার্থক্য	[৯.৩০(ক)]	[সি. বো. ২০০৭; স্না. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০০৯]
(ঙ) সাবানায়ন	[৯.৩০(খ)]	[রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৮]
(চ) হফম্যান ডিগ্রেশন	[৯.৩৬(৬)]	
(ছ) নাইলন-৬ : ৬	[৯.৩৭(ক)]	[কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৯]
(জ) নাইলন-৬	[৯.৩৭(খ)]	

২। ব্যাখ্যা কর সংক্ষেপে

- ১। (ক) ভিনেগার কী? [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৯;
য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; স্না. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯]
- (খ) গ্লিসিয়েল অ্যাসিটিক এসিড কী? [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১১;
য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০০৯]
- ২। (ক) কার্বক্সিলিক এসিডের অম্লধর্মিতার ব্যাখ্যা দাও। [কু. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১১]
- (খ) 'ফরমিক এসিড অ্যাসিটিক এসিড এর চেয়ে অধিক শক্তিশালী এসিড' -ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১০;
কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৯]
- (গ) অ্যাসিটিক এসিড চেয়ে ক্লোরো অ্যাসিটিক এসিড অধিক শক্তিশালী কেন?
[চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; স্না. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১০]
- (ঘ) নিম্নলিখিত এসিডগুলোকে এদের অম্লত্বের বৃদ্ধিক্রম অনুসারে সাজিয়ে লেখ এবং কারণ ব্যাখ্যা কর :
 CH_3COOH , H-COOH , ClCH_2COOH .
- ৩। (ক) মিথানোয়িক এসিড বা ফরমিক এসিড (HCOOH) একটি বিজারক তা ব্যাখ্যা কর।
[ঢা. বো. ২০০৮; স্না. বো. ২০১১]
- (খ) ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড অ্যালডিহাইড ও এসিড উভয়রূপে ক্রিয়া করে কেন?
[ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১;
ব. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]
- ৪। (ক) ইথানোয়িক এসিড অপেক্ষা ইথানোয়িক ক্লোরাইডে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন সহজে ঘটে কেন?
(খ) এস্টারের রাসায়নিক সক্রিয়তা এসিড ক্লোরাইড ও এসিড অ্যানহাইড্রাইড থেকে কম কেন?
- ৫। (ক) অ্যামাইডসমূহ অ্যামোনিয়ার অপেক্ষা দুর্বল ক্ষারধর্মী হয় কেন?
(খ) 'অ্যামাইড একদিকে দুর্বল ক্ষারক এবং অপরদিকে দুর্বল এসিড'; ব্যাখ্যা কর।

৩। সমস্যা : রাসায়নিক সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর

- ১। একটি যৌগ 'B' কে গাঢ় KOH দ্রবণ ও Br₂ সহযোগে পাতন করলে মিথাইল অ্যামিন পাওয়া যায়। প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ 'B' যৌগটির সংকেত লেখ। [উঃ CH₃CONH₂]
- ২। C₄H₈O₂ (A) সংকেতের এস্টারকে জলীয় NaOH সহ আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে 'B' ও 'C' দুটি যৌগ উৎপন্ন হয়। পাতন প্রক্রিয়ায় B কে প্রথমে 78°C এ পৃথক করে আয়োডিন ও লঘু NaOH দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। সর্বাধিক বিক্রিয়ার সমীকরণসহ A, B, C এর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।

[উঃ ইথাইল ইথানোয়েট, ইথানল, সোডিয়াম ইথানোয়েট]

৪। শনাক্তকরণ ও সংশ্লেষণ

- ১। (ক) জৈব যৌগে কার্বক্সিলিক মূলক (-COOH) কীরূপে শনাক্ত করা হয়? [ঢ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯]
- (খ) HCOOH ও CH₃COOH এর পার্থক্যসূচক পরীক্ষা দাও। [চ. বো. ২০০৯]
- (গ) কার্বক্সিলিক এসিড ও ফেনলের মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। [রা. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]
- (ঘ) অ্যাসাইলকারক বা অ্যাসিটাইলেশনে ব্যবহৃত দুটি বিকারকের নাম, সংকেত ও অ্যাসাইলকরণ বিক্রিয়া লেখ।

২। কীরূপে নিম্নোক্ত যৌগ প্রস্তুত করা যায় ?

- (ক) কার্বক্সিলিক এসিড থেকে 1° অ্যালকোহল।
- (খ) মনোকার্বক্সিলিক এসিড থেকে α ব্রোমো এসিড।
- (গ) মনোকার্বক্সিলিক এসিড থেকে অ্যালকেন।
- (ঘ) সোডিয়াম প্রোপিয়নেট বা প্রোপানোয়েট থেকে ইথেন।

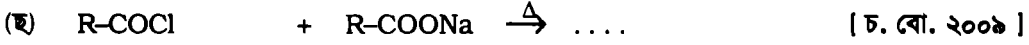
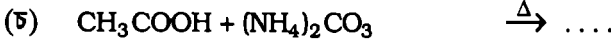
৩। ইথানোয়িক এসিড থেকে নিম্নোক্ত যৌগ সংশ্লেষণ কর :

- (ক) মিথেন
- (খ) ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড
- (গ) অ্যাসিটোন
- (ঘ) ইথান্যামাইড [চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; ঘ. বো. ২০১০]
- (ঙ) অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড বা ইথানোয়িক ক্লোরাইড [ঘ. বো. ২০১০]
- (চ) ইথানোয়িক অ্যান্‌হাইড্রাইড [চ. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৭]
- (ছ) মনোক্লোরো ইথানোয়িক এসিড
- (জ) ইথাইল ইথানোয়েট [চ. বো. ২০১০]
- (ঝ) ইথানল [ব. বো. ২০১১]

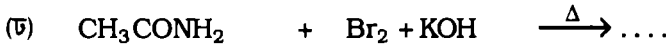
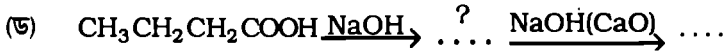
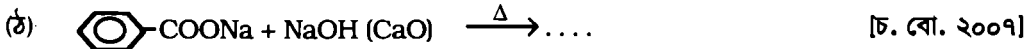
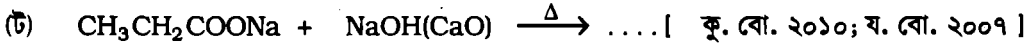
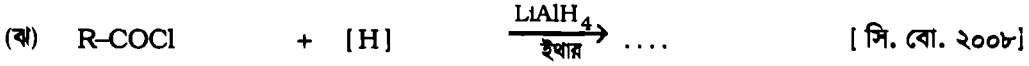
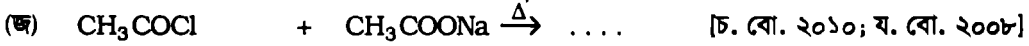
৪। (ক) বেনজোইটাইক্লোরাইড থেকে বেনজোয়িক এসিড

- (খ) সোডিয়াম বেনজোয়েট থেকে বেনজিন
- (গ) ইথান্যামাইড থেকে ইথাইল অ্যামিন
- (ঘ) ইথান্যামাইড থেকে ইথেন নাইট্রাইল

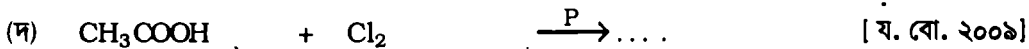
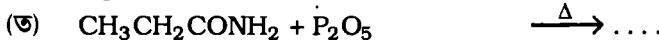
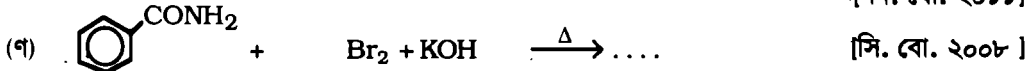
৫। নিম্নোক্ত বিক্রিয়াসমূহ পূর্ণ কর :



অ্যাসাইল ক্লোরাইড জৈব এসিডের Na-লবণ [রা. বো. ২০০৭]

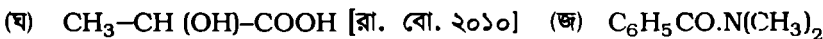
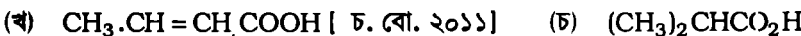


[দি. বো. ২০১১]

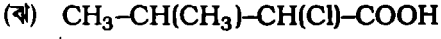


৫। জেনেভা পদ্ধতিভিত্তিক নামকরণ ও সংকেত লিখন

১। নিম্নলিখিত যৌগগুলোর নাম জেনেভা পদ্ধতিতে লেখ :



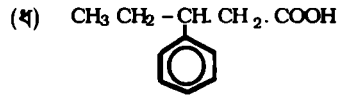
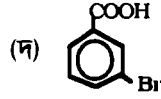
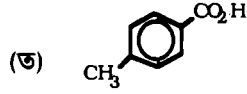
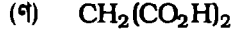
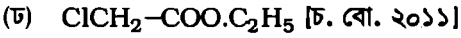
[সমাধান; N, N-ডাইমিথাইল বেনজ্যামাইড]



[য. বো. ২০০৭]



সমাধান, N-হাইড্রক্সি-N-মিথাইল ইথান্যামাইড



[সমাধান; 3-ফিনাইল পেন্টানোয়িক এসিড]

২। (ক) নিম্নলিখিত যৌগের গাঠনিক সংকেত লেখ :

(ক) β-হাইড্রক্সি প্রোপিয়নিক এসিড

(খ) 2-মিথাইল পেন্টানোয়িক এসিড

(গ) 2-ব্রোমো-3-মিথাইল বিউটানোয়িক এসিড

(ঘ) 3,4-ডাইমিথাইল পেন্টিন-2-অয়িক এসিড

(ঙ) এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড

(চ) 2-অ্যামিনো-3-ক্রোরোহেজ্বানোয়িক এসিড

(ছ) ইথানোয়িক অ্যান্‌হাইড্রাইড

(জ) সিসু-বিউটিন ডাই অয়িক এসিড

(ঝ) হেজ্বামিথিলিন ডাই অ্যামিন

(ঞ) N, N-ডাইমিথাইল ইথান্যামাইড [ঢ. বো. ২০১১]

(ট) N, N-ডাইইথাইল ইথান্যামাইড

[চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]

(ঠ) ইথেন ডাইঅয়িক এসিড [য. বো. ২০০৭;

রা. বো. ২০০৯]

(ড) ট্রাইক্রোরো অ্যাসিটিক এসিড।

(ঢ) অ্যাডিপিক এসিড [রা. বো. ২০০৭]

(ধ) সোডিয়াম অ্যালকাইল বেনজিন সালফোনেট

[রা. বো. ২০০৭]

(ত) স্যালিসাইলিক এসিড

৩। (ক) পাকা কলা ও আনারসে কী কী এস্টার থাকে?

[সি. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০;

কু. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১১]

(খ) পাকা কমলায় কোন এস্টার থাকে?

[ঢ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯]

(গ) কার্বক্সিলিক এসিডের চারটি জাতকের নাম ও গঠন সংকেত লেখ।

(ঘ) ইউরিয়ার একটি বাণিজ্যিক প্রাস্টিকের নাম ও গঠন সংকেত লেখ।

[কু. বো. ২০০৭]

(ঙ) কার্বামাইডের অপর নাম ও সংকেত লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন

১। অজৈব এসিড যেমন HCl, H₂SO₄ এসিডের তুলনায় জৈব কার্বজিলিক এসিড যেমন ফরমিক এসিড, অ্যাসিটিক এসিড হল খুব দুর্বল এসিড। অ্যাসিটিক এসিড দুর্বল এসিড হওয়ায় প্রাণিকোষের কোন ক্ষতি করে না, তাই মাছ মাংস সংরক্ষণে এটির লঘু দ্রবণ ব্যবহৃত হয় এবং বাণিজ্যিকভাবে পাইরোলিগনাস এসিড থেকে উৎপাদন করা হয়।

- (ক) ভিনেগার কী? ১
- (খ) জৈব যৌগে কার্বজিলিক মূলক কীরূপে শনাক্ত করা হয়? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিডের বাণিজ্যিক উৎপাদন পাইরোলিগনাস-এসিড থেকে কীরূপে করা হয়; তা বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) কার্বজিলিক এসিড দুর্বল এসিড। দুর্বল এসিড বলতে কী বোঝায়? (ii) কার্বজিলিক এসিডের অম্লধর্মিতার মূল কারণগুলো ব্যাখ্যা কর। ৪

২। তৈল ও চর্বি হল উচ্চতর কার্বজিলিক এসিডের গ্লিসারিন এস্টার। তৈল ও চর্বি কে কস্টিক সোডার সাথে উত্তপ্ত করে সাবান ও গ্লিসারিন উৎপাদন করা হয়। সাবান দ্বিতীয় কার্যে ব্যবহৃত হয়।

- (ক) ফ্যাটি এসিড কী? ১
- (খ) গ্লিসিয়েল অ্যাসিটিক এসিড বলতে কী বোঝায়? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, (i) তৈল ও চর্বি কী? (ii) তৈল ও চর্বি থেকে সাবান ও গ্লিসারিন উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) সাবান কী? (ii) সাবান কীরূপে ময়লা পরিষ্কার করে এর কৌশল ব্যাখ্যা কর। ৪

৩। কার্বজিলিক এসিডের কার্যকরী মূলকটি লিটমাস নিরপেক্ষ কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) ও হাইড্রজিল মূলকদ্বয়ের সমন্বয়ে গঠিত। কার্বজিলমূলকের সাথে যুক্ত পরমাণু বা মূলক কার্বজিল মূলকের আয়নীকরণ ও ধর্ম প্রভাবিত করে। তৈল ও চর্বি থেকে সাবান তৈরি করা হয়। বর্তমানে দ্বিতীয় কার্যে সাবানের মত ডিটারজেন্টও ব্যবহৃত হয়।

- (ক) কার্বজিলিক এসিড কী? ১
- (খ) ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড অ্যালডিহাইড ও এসিড উভয়রূপে ক্রিয়া করে কেন ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, কার্বজিল মূলকস্থিত কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) কিটোনের মত কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়া দেয় না কেন তা ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, সাবান ও ডিটারজেন্ট কী? দ্বিতীয় কার্যে সাবান ও ডিটারজেন্টের বৈশিষ্ট্যসমূহের তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

৪। কার্বনাইল মূলক ($>C=O$) ও হাইড্রজিল মূলক ($-OH$) লিটমাস নিরপেক্ষ হলেও উভয় মূলকের সমন্বয়ে গঠিত কার্বজিল মূলকটি ($-COOH$) অম্লধর্মী এবং ঐ মূলকে যুক্ত পরমাণু অথবা মূলক সংশ্লিষ্ট এসিডের শক্তিমাত্রা বা অম্লত্ব নিয়ন্ত্রিত করে। উচ্চতর কার্বজিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ হল সাবান। দ্বিতীয় কার্যে সাবানের মত ডিটারজেন্ট ও বর্তমানে ব্যবহৃত হয়।

- (ক) সাবানায়ন কী? ১
- (খ) কার্বজিলিক এসিড ও ফেনলের মধ্যে পার্থক্যসূচক ২টি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, ডিটারজেন্ট কী? ABS ডিটারজেন্ট প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, অম্লত্বের বৃদ্ধিক্রমে HCOOH, CH₃COOH, Cl.CH₂COOH এসিড তিনটিকে সাজাও এবং কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

৫। জৈব কার্বক্সিলিক এসিডের চারটি জাতক আছে। জাতকগুলোকে পারস্পরিক রূপান্তর করা যায়। বিভিন্ন শিল্পক্ষেত্রে এসব এসিড জাতকের ব্যবহার আছে। শিল্পজাতকের মধ্যে কৃত্রিম সিন্থ, পলিএস্টার, ডেক্রোন, নাইলন ইত্যাদি তত্ত্ব তৈরিতে জৈব এসিডের সাংশ্লেষিক পলিমার ব্যবহৃত হয়।

- (ক) গ্লিসিয়েল অ্যাসিটিক এসিড কী ? ১
- (খ) কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক বলতে কী বোঝায়? এদের নামসহ গাঠনিক সত্কেত লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, নাইলন বলতে কী বোঝ? নাইলন ৬ : ৬ প্রস্তুত পশ্চতি সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, এসিড জাতকের রূপান্তর বিক্রিয়ার নিম্নোক্ত সমীকরণগুলো সম্পন্ন কর : ৪
- (i) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PCl}_5 \rightarrow \dots + \dots$
- (ii) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COCl} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \dots + \dots$
- (iii) $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O} + \text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} \dots + \dots$
- (iv) $\text{R-CONH}_2 + \text{HNO}_2 \xrightarrow{\text{NaNO}_2 \text{ HCl}} \dots + \dots$

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। এসিড জাতকের মধ্যে কোন্টি সবচেয়ে অধিক সক্রিয় ?
- (ক) CH_3COCl , (খ) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$, (গ) CH_3CONH_2 , (ঘ) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
- ২। কোন্টি সবচেয়ে সবল এসিড ?
- (ক) CH_3COOH (খ) H-COOH (গ) $\text{Cl-CH}_2\text{COOH}$ (ঘ) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$
- ৩। কোন্টি টলেন বিকারকের সাথে অধঃক্ষেপ দেয় ?
- (ক) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, (খ) HCO_2H (গ) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ (ঘ) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$
- ৪। পাকা ফলের সুগন্ধের মূল কারণ নিম্নোক্ত কোন্ উপাদানে উপস্থিত ?
- (ক) অ্যালকোহল (খ) অ্যালিফেটিক এস্টার (গ) ভিটামিন (ঘ) ইথার
- ৫। 'পেনিসিলিন' ওষুধের দ্রাবক হল কোন্টি ?
- (ক) ইথাইল ইথানোয়েট (খ) মিথাইল অ্যাসিটেট (গ) বিউটাইল অ্যাসিটেট (ঘ) ইথানল
- ৬। 'অ্যামাইড বন্ধন' থাকে কোন্ সাংশ্লেষিক পলিমার যৌগে ?
- (ক) নাইলনে (খ) ডিটারজেন্টে (গ) পলিএস্টারে (টেরিলিন) (ঘ) ডেক্রনে
- ৭। মেলাডুর প্লাস্টিক উৎপাদনের কাঁচামাল হল কোন্টি ?
- (ক) CH_3CHO (খ) H_2NCONH_2 (গ) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$ (ঘ) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$
- ৮। নিচের কোন্টি মনোকার্বক্সিলিক এসিড শ্রেণীভুক্ত নয় ?
- (ক) ফরমিক এসিড (খ) ইথানোয়িক এসিড (গ) অক্সালিক এসিড (ঘ) প্রোপানোয়িক এসিড
- ৯। ইথানলকে জারিত করে কোন্ যৌগটি উৎপন্ন করা যায় ?
- (ক) ইথান্যাল (খ) প্রোপানোন (গ) ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড (ঘ) ইথান্যামাইড

- ১০। ভিনেগার বলতে নিচের কোনটিকে বোঝায় ?
 (ক) 6-10 % ইথানোয়িক এসিড (খ) 40% ইথান্যাল (গ) 40% মিথান্যাল (ঘ) 10% ইথানল
- ১১। নিচের চারটি জৈব এসিডের মধ্যে কোনটি সবচেয়ে দুর্বল এসিড ?
 (ক) H-COOH (খ) CH₃COOH (গ) Cl.CH₂COOH (ঘ) Cl₂CHCOOH
- ১২। কোনটি জৈব এসিড জাতকের সদস্য নয় -
 (ক) অ্যাসাইল ক্লোরাইড (খ) এস্টার (গ) এসিড অ্যামাইড (ঘ) অ্যালকাইল সায়ানাইড
- ১৩। কার্বনিক এসিডের অ্যামাইড বলতে কোনটিকে বোঝায় ?
 (ক) H₂N-NH₂ (খ) H₂N-CO-NH₂ (গ) CH₃CONH₂ (ঘ) CH₃CN
- ১৪। দাঁতের ব্রাশ তৈরিতে কোনটি ব্যবহৃত হয় ?
 (ক) নাইলন - 6 : 6 (খ) নাইলন - 6 (গ) কৃত্রিম সিল্ক (ঘ) নাইলন - 11
- ১৫। চারটি কার্বঞ্জিলিক এসিড জাতকের মধ্যে কোনটি কম সক্রিয় ?
 (ক) R-CONH₂ (খ) RCO₂R (গ) (R-CO)₂O (ঘ) RCOCl
- খ - ১ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (ক) ২। (গ) ৩। (খ) ৪। (খ) ৫। (গ) ৬। (ক) ৭। (খ) ৮। (গ) ৯।
 (ক) ১০। (ক) ১১। (খ) ১২। (ঘ) ১৩। (খ) ১৪। (ক) ১৫। (ক)।

খ-২ MCQ : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগ স্তরের :

- ১। উচ্চতর ফ্যাটি এসিড বলতে নিচের যৌগসমূহকে বোঝায় -
 (i) পামিটিক এসিড (ii) স্টেয়ারিক এসিড (iii) প্রোপানোয়িক এসিড
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ২। অসম্পৃক্ত কার্বঞ্জিলিক এসিডের উদাহরণ হল -
 (i) অ্যাক্রালিক এসিড, (ii) অলিয়িক এসিড, (iii) লিনোলিক এসিড,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)
- ৩। নিচে তিনটি এসিড ও এদের উৎস দেওয়া হল -
 (i) ফরমিক এসিড (পিপড়া), (ii) অ্যাসিটিক এসিড (ভিনেগার), (iii) স্টিয়ারিক এসিড (চর্বি)
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (i), (ii) ও (iii), (ঘ) (ii) ও (iii)
- ৪। গ্লোসিয়েল অ্যাসিটিক এসিডের বেলায় কোনটি প্রযোজ্য -
 (i) 100% CH₃COOH, (ii) 17°C - এ জমে যায়, (iii) বরফ সদৃশ ক্লোস হয়,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)
- ৫। ভিনেগার সম্বন্ধে প্রযোজ্য তথ্য হল -
 (i) ফ্রিজ পরিষ্কারে ব্যবহার, (ii) 6-10% CH₃COOH, (iii) সুপের স্বাদ বৃদ্ধি করতে ব্যবহৃত,
 কোনটি সঠিক হবে ?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) (গ) (i), (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৬। নিচে তিনটি এসিডের pK_a এর মান দেয়া হল—
 (i) $HCOOH$ ($pK_a = 3.74$) (ii) CH_3COOH ($pK_a = 4.74$) (iii) $Cl.CH_2COOH$ ($pK_a = 4.2$)
 কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৭। ফরমিক এসিডের গাঠনিক সংকেত মতে ঐ এসিডে থাকে —

(i) কার্বক্সিল মূলক (ii) অ্যালডিহাইড মূলক (iii) α -H atom

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৮। জৈব এসিড জাতকসমূহের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল —

(i) অ্যাসাইল ক্লোরাইড (ii) এস্টার (iii) এসিড অ্যানহাইড্রাইড

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

৯। জৈব এসিড জাতকসমূহের মধ্যে কোনটি দুর্বল এসিড ও দুর্বল ক্ষাররূপে ক্রিয়া করে না—

(i) এসিড ক্লোরাইড (ii) এসিড অ্যানহাইড্রাইড (iii) এসিড অ্যামাইড

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

১০। নিচের কোন কোন এস্টার সুগন্ধ পাকা ফলে থাকে ?

(i) অ্যামাইল অ্যাসিটেট, (ii) n-বিউটাইল বিউটারেট, (iii) বেনজাইল অ্যাসিটেট

কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

১১। চর্বি বৈশিষ্ট্যসমূহ হল —

(i) সম্পূর্ণ উচ্চতর এসিডের গ্লিসারিন এস্টার, (ii) গলনাঙ্ক $20^\circ C$ এর উর্ধ্বে (iii) প্রাণিদেহে থাকে
 কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

১২। এসিড অ্যামাইডের বেলায় প্রযোজ্য বৈশিষ্ট্য —

(i) দুর্বল এসিড, (ii) দুর্বল ক্ষারক, (iii) হফম্যান ডিগ্রেশন ঘটে,

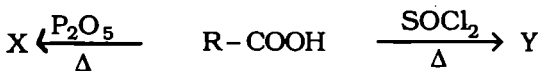
কোনটি সঠিক হবে ?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

খ-২ MCG এর উত্তরমালা : ১। (ক), ২। (খ), ৩। (গ), ৪। (গ), ৫। (ঘ), ৬। (ক), ৭। (ক), ৮। (খ), ৯। (ক), ১০। (খ), ১১। (ঘ), ১২। (গ),

খ-৩ MCG : অভিনু তথ্যভিত্তিক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতা স্তরের :

১-১ দুটি এসিড জাতক তৈরির সাধারণ সমীকরণ নিম্নরূপ :



প্রদত্ত সাধারণ সমীকরণ ভিত্তিক নিচের (১) নং (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও —

(১) 'X' নামক যৌগটির বেলায় কোনটি সঠিক হবে না ?

(ক) এসিড অ্যানহাইড্রাইড, (খ) $(RCO)_2O$, (গ) অ্যালকোহলসহ এস্টার গঠন, (ঘ) অম্লধর্মী হয়।

(২) 'Y' নামক যৌগের বেলায় কোনটি প্রযোজ্য নয় ?

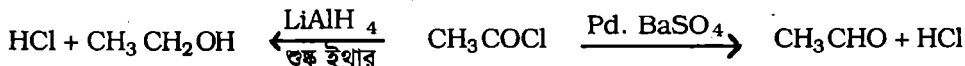
(ক) বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়

(খ) উপজাতক দুটি গ্যাস

(গ) পৈতৃক এসিড অপেক্ষা অধিক সক্রিয়

(ঘ) LiAlH_4 সহ অ্যালডিহাইড গঠন করে

২। R-COCl যৌগটির বিজারণে নিম্নোক্ত যৌগ উৎপন্ন হয় -



উপরের সমীকরণভিত্তিক উৎপন্ন যৌগের বৈশিষ্ট্যভিত্তিক (১) নং (২) নং উত্তর দাও -

(১) উৎপন্ন $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ যৌগটির বেলায় সঠিক হবে না কোনটি ?

(ক) B. P. 65°C

(খ) Na ধাতুসহ H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে

(গ) আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয়

(ঘ) এর জারণে CH_3CHO উৎপন্ন হয়

(২) উৎপন্ন CH_3CHO এর সঠিক শনাক্তকরণ করার বিকারক হল -

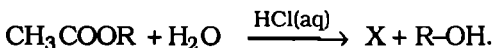
(ক) 2 : 4-DNP

(খ) টলেন বিকারক

(গ) আয়োডোফরম টেস্ট

(ঘ) Na ধাতু

৩। CH_3COOR এর অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ 'X' নামক যৌগটি উৎপন্ন হয়।



উপরোক্ত বিক্রিয়ার বিষয়বস্তু থেকে নিচের (১) নং (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) 'X' নামক যৌগটির IUPAC পদ্ধতিতে নাম হল -

(ক) অ্যাসিটিক এসিড

(খ) ভিনেগার

(গ) ইথানোয়িক এসিড

(ঘ) গ্রেসিয়েল এসিড

(২) 'X' নামক যৌগটির নিশ্চিতকরণ পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয় -

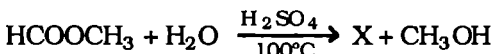
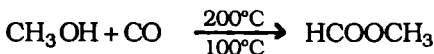
(ক) 5% NaHCO_3 দ্রবণ

(খ) HgCl_2 দ্রবণ

(গ) ক্যাকোডিল অক্সাইড

(ঘ) FeCl_3 দ্রবণ

৪। শিল্পক্ষেত্রে একটি কার্বক্সিলিক এসিড তৈরির ধাপগুলো নিম্নরূপ -



সমীকরণ মতে, বিক্রিয়ায় উৎপন্ন X নামক যৌগটিকে নিয়ে (১) নং ও (২) প্রশ্নের উত্তর দাও -

(১) X নামক যৌগটির IUPAC পদ্ধতিতে নাম হল -

(ক) ফরমিক

(খ) ফরমিক এসিড

(গ) মিথানোয়িক এসিড

(ঘ) মিথান্যাল

(২) X নামক যৌগটির সাথে নিচের কোন বিকারক বিক্রিয়া করে না -

(ক) 10% NaHCO_3

(খ) গাঢ় H_2SO_4

(গ) PCl_5

(ঘ) টলেন বিকারক

খ - ৩ MCQ এর উত্তরমালা :

১। (১) (ঘ), (২) (ঘ), ২। (১) (ক), (২) (খ), ৩। (১) (গ), (২) (গ), (৪) (১) (গ), (২) (খ)।



[Id: www.facebook.com/tanbir.cox](https://www.facebook.com/tanbir.cox)



[Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks](https://www.facebook.com/tanbir.ebooks)



[Web: www.tanbircox.blogspot.com](https://www.tanbircox.blogspot.com)

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। অ্যামিন : সংজ্ঞা, শ্রেণীবিভাগ, নামকরণ ও সমাণুতা।
- ২। প্রস্তুতি : অ্যালিফেটিক অ্যামিন, মিথাইল অ্যামিন, অ্যারোমেটিক অ্যামিন, ফিনাইল অ্যামিন।
- ৩। ধর্মাবলি : গঠন ও বন্ধন প্রকৃতির ভিত্তিতে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম।
- ৪। ক্ষারকীয় ধর্ম : অ্যামোনিয়া, CH_3NH_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ও ফিনাইল অ্যামিনের ক্ষারকত্বের তুলনামূলক ব্যাখ্যা।
- ৫। ডায়াজোনিয়াম লবণ : সংজ্ঞা, প্রস্তুতি, ধর্মাবলি, অ্যাজোডাই ও জৈব যৌগের সংশ্লেষণে ডায়াজো লবণের গুরুত্ব।
- ৬। অ্যাজো-ডাই : কাপলিং বিক্রিয়া দ্বারা সংশ্লেষণ।

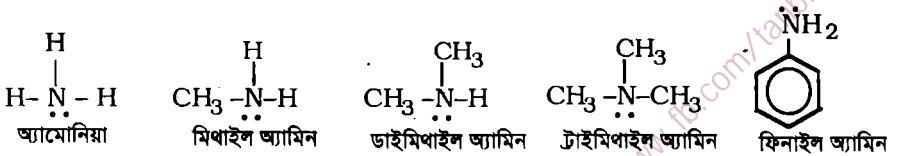
উদ্দেশ্য (Objectives)

- অ্যালিফেটিক অ্যামিন ও অ্যারোমেটিক অ্যামিনসমূহের নামকরণ, সমাণুতা ও ক্ষারকত্ব সম্পর্কে ধারণা লাভ।
- একটি অ্যালিফেটিক অ্যামিন, ফিনাইল অ্যামিন ও ডায়াজোনিয়াম লবণের পরীক্ষাগার প্রস্তুতপ্রণালী সম্পর্কে ধারণা লাভ করা।
- অ্যামিনসমূহের ভৌতধর্ম ও রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পর্কে জ্ঞান লাভ।
- রং শিল্পে ও জৈব যৌগ সংশ্লেষণে ডায়াজোনিয়াম লবণের গুরুত্ব সম্পর্কে জ্ঞান লাভ।

১০.১ ভূমিকা

Introduction

অ্যামিন : অ্যামোনিয়ার এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু অনুরূপ সংখ্যক অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে যে সব যৌগ উৎপন্ন হয়, এদেরকে অ্যামিন (amines) বলে। সংক্ষেপে অ্যামিন হল অ্যালকাইল বা অ্যারাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়া। যেমন, মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন, ট্রাইমিথাইল অ্যামিন, ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন ইত্যাদি।



অ্যামোনিয়ার হাইড্রোজেন পরমাণু যদি অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তখন তাকে অ্যালিফেটিক অ্যামিন বলে; যেমন, মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন ইত্যাদি এবং যদি অ্যারাইল বা অ্যারাইল ও অ্যালকাইল উভয় মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তখন তাকে অ্যারোমেটিক অ্যামিন বলা হয়। যেমন, ফিনাইল অ্যামিন।

১০.২ অ্যামিনের শ্রেণীবিভাগ

Classification of Amines

অ্যামিনসমূহকে গঠন অনুসারে, অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলকের সংখ্যা অনুসারে এবং অ্যামিনো মূলকের সংখ্যা অনুসারে তিনভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়।

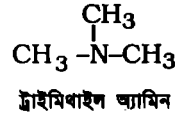
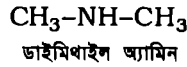
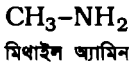
(ক) গঠন অনুসারে অ্যামিনসমূহ তিন প্রকার। যেমন,

১। অ্যালিফেটিক মুক্ত শিকল অ্যামিন বা অ্যালকাইল অ্যামিন

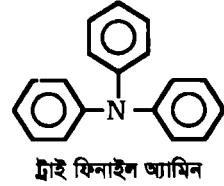
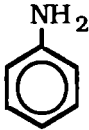
২। অ্যারোমেটিক অ্যামিন বা অ্যারাইল অ্যামিন ও

৩। বিষম চাক্তিক অ্যামিন।

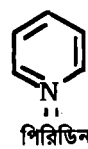
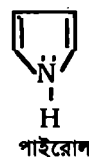
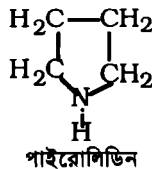
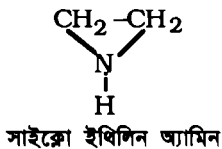
১। অ্যালিফেটিক অ্যামিন : অ্যামোনিয়া (NH_3) এর H-পরমাণু অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে তখন উৎপন্ন যৌগকে অ্যালকাইল অ্যামিন বা অ্যালিফেটিক অ্যামিন বলে। যেমন, মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন ও ট্রাইমিথাইল অ্যামিন ইত্যাদি।



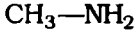
২। অ্যারোমেটিক অ্যামিন : অ্যামোনিয়া (NH_3) এর H-পরমাণু অ্যারাইল মূলক ও অ্যালকাইল মূলক দ্বারা অথবা কেবল অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন যৌগকে অ্যারোমেটিক অ্যামিন বলে। যেমন, ফিনাইল অ্যামিন, N- মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন ও ট্রাইফিনাইল অ্যামিন ইত্যাদি।



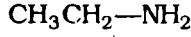
৩। বিষম চাক্তিক অ্যামিন : জৈব যৌগের মূল চাক্তিক কাঠামো গঠনে N-পরমাণু থাকলে তাদেরকে বিষম চাক্তিক অ্যামিন বলে। বিষম চাক্তিক অ্যামিন অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক এ দুই শ্রেণীতে বিভক্ত। যেমন, সাইক্লো ইথিলিন অ্যামিন, পাইরোলিডিন হল বিষম চাক্তিক অ্যালিফেটিক অ্যামিন। পাইরোল, পিরিডিন হল বিষম চাক্তিক অ্যারোমেটিক অ্যামিন। এছাড়া DNA ও RNA এর পিউরিন ও পিরিমিডিন ক্ষারকসমূহ এ শ্রেণীভুক্ত [অধ্যায়-১১ দ্রষ্টব্য]।



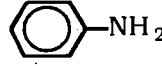
(খ) অ্যামিনের N-পরমাণুতে যুক্ত অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলকের সংখ্যানুসারে অ্যামিনের শ্রেণীবিভাগ : অ্যামিনসমূহকে প্রাইমারি (1°), সেকেন্ডারি (2°) ও টারসিয়ারি (3°)-এ তিন শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। যেমন, প্রাইমারি (1°) অ্যামিন : অ্যামোনিয়া অণুর একটিমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু একটি অ্যালকাইল মূলক বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে যে অ্যামিন পাওয়া যায়, তাকে প্রাইমারি অ্যামিন বা 1° অ্যামিন বলা হয়। যেমন,



মিথাইল অ্যামিন

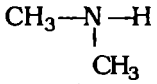


ইথাইল অ্যামিন

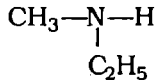


ফিনাইল অ্যামিন, বা অ্যানিলিন

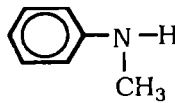
সেকেন্ডারি (2°) অ্যামিন : অ্যামোনিয়া অণুর দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু দুটি অ্যালকাইল মূলক বা অ্যারাইল মূলক বা অ্যারাইল ও অ্যালকাইল উভয় মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে যে অ্যামিন পাওয়া যায়, তাকে সেকেন্ডারি অ্যামিন বা 2° অ্যামিন বলা হয়। যেমন,



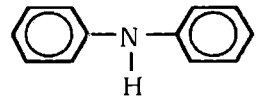
ডাইমিথাইল অ্যামিন



ইথাইল মিথাইল অ্যামিন

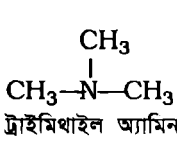


N-মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন

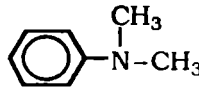


ডাইফিনাইল অ্যামিন

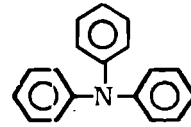
টারসিয়ারি (3°) অ্যামিন : অ্যামোনিয়া অণুর তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু তিনটি অ্যালকাইল মূলক বা তিনটি অ্যারাইল মূলক বা তিনটি অ্যারাইল ও অ্যালকাইল উভয় মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে যে অ্যামিন পাওয়া যায়, তাকে টারসিয়ারি অ্যামিন বা 3° অ্যামিন বলা হয়। যেমন,



ট্রাইমিথাইল অ্যামিন



N, N- ডাইমিথাইল অ্যানিলিন



ট্রাইফিনাইল অ্যামিন

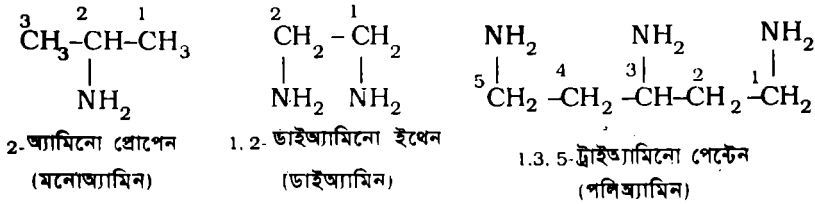
সারণি ১০.১ : তিন শ্রেণীর অ্যামিনের কার্যকরী মূলক ও সংকেত

অ্যামিনের শ্রেণী	কার্যকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত	সাধারণ সংকেত	গাঠনিক সংকেত	উদাহরণ
প্রাইমারি (1°) অ্যামিন :	প্রাইমারি অ্যামিনো মূলক -N $\begin{array}{l} \text{H} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$ (একযোজী মূলক)	R-NH ₂	R-N $\begin{array}{l} \text{H} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{N} \begin{array}{l} \text{H} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$
সেকেন্ডারি (2°) অ্যামিন :	সেকেন্ডারি অ্যামিনো মূলক বা, ইমিনো মূলক -N $\begin{array}{l} | \\ \text{H} \end{array}$ (দ্বিযোজী মূলক)	R ₂ NH	$\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{R}-\text{N}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{N}-\text{H} \end{array}$
টারসিয়ারি (3°) অ্যামিন :	টারসিয়ারি অ্যামিনো মূলক (ত্রিযোজী মূলক) -N-	R ₃ N	$\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{R}-\text{N}-\text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{N}-\text{CH}_3 \end{array}$

কোয়ারটারনারি অ্যামোনিয়াম লবণ : টারসিয়ারি অ্যামিনের নিঃসজ্জা ইলেকট্রন যুগল দ্বারা আরও একটি অ্যালকাইল বা অ্যারাইল ক্যাটায়ন (R^+ বা, Ar^+) এর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন সৃষ্টি করতে পারে। ফলে ধনাত্মক আধানযুক্ত টেট্রাঅ্যালকাইল অ্যামোনিয়াম আয়ন উৎপন্ন হয়। এর সাথে ঋণাত্মক আয়ন সহযোগে উৎপন্ন যৌগকে টেট্রাঅ্যালকাইল অ্যামোনিয়াম লবণ বা কোয়ারটারনারি অ্যামোনিয়াম লবণ বলে। এরূপ লবণের সাধারণ সংকেত হল $[R_4N^+]\bar{X}$ । এখানে \bar{X} হল যে কোন একযোজী ঋণাত্মক মূলক। উল্লেখ্য কোয়ারটারনারি অ্যামোনিয়াম লবণের N পরমাণুতে নিঃসজ্জা ইলেকট্রন যুগল থাকে না। তাই 1°, 2°, 3° অ্যামিনের মত এটি ক্ষারধর্মী নয়।

(গ) অ্যামিনো মূলকের সংখ্যানুসারে অ্যামিনসমূহের শ্রেণীবিভাগ

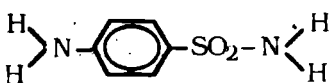
ক্ষার্কম শিকলে যুক্ত অ্যামিনো মূলক ($-NH_2$) এর সংখ্যানুসারে প্রাইমারি অ্যামিনসমূহকে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন, কার্বন শিকলে একটি অ্যামিনো মূলক থাকলে তাদেরকে মনো অ্যামিন, দুটো অ্যামিনো মূলক যুক্ত থাকলে ডাইঅ্যামিন এবং দু'য়ের অধিক অ্যামিনো মূলক যুক্ত থাকলে পলিঅ্যামিন বলা হয়। যেমন,



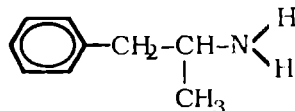
১০.৩ প্রাণিদেহে অ্যামিনের গুরুত্ব

Role of Amines in Animal's Body

শারীরিক বিপাকে অ্যামিন ও অ্যামিনের বিভিন্ন জাতক বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে। তাই প্রাণিদেহে বিভিন্ন প্রকার অ্যামিন উৎপন্ন হয়ে থাকে। বিশেষত মেরুদণ্ডী প্রাণীর স্নায়ুতন্ত্রের উদ্ভেদনায় বিভিন্ন অ্যামিন নিঃসরিত হয়। যেমন, স্নায়বিক দৃষ্টিস্তায় এড্রেনালিন (adrenaline) নামক 2° অ্যামিন স্নায়ু থেকে নিঃসৃত হয়। বেনাড্রিল (benadryl) নামক 3° অ্যামিন নিদ্রাকারকরূপে এবং এলার্জি চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়। অ্যামিনো মূলক যুক্ত বিভিন্ন যৌগ যেমন, সালফানিলামাইড (জীবাণুনাশক), অ্যাম্ফেট্যামিন (পেশিউদ্দীপক), পেথিডিন (পেইন কিলার), লিব্রিয়াম (নিদ্রাকারক), (sulphanilamide, amphetamine, pethidine, librium) প্রভৃতি ওষুধ বিভিন্ন রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়। শারীরিক বিপাকে অত্যাবশ্যকীয় অ্যামিনো এসিডসমূহ এ শ্রেণীর যৌগ। এদের অণুতে $-NH_2$ মূলক ও $-COOH$ মূলক উভয়ই বর্তমান থাকে। RNA (রাইবো নিউক্লিক এসিড) ও DNA (ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিক এসিড) এর ক্ষারক অংশ হল বিভিন্ন অ্যামিন। এসব ক্ষারকে উপস্থিত নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টি করে DNA এর দ্বিহেলিক্স গঠিত হয় (অনুচ্ছেদ ১১.২৬)।



সালফানিলামাইড
| জীবাণুনাশক (antibacterial)



অ্যাম্ফেট্যামিন
| বল-বৃদ্ধিকারক (stimulant)

১০.৪ অ্যালিফেটিক অ্যামিনের নামকরণ Nomenclature of Aliphatic Amines

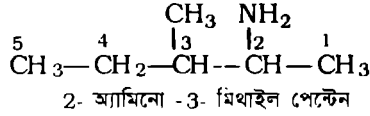
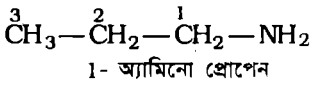
সাধারণ পদ্ধতি : প্রথমে অ্যালকাইল মূলকের নাম এবং শেষে 'অ্যামিন' শব্দ যোগ করা হয়। যেমন,

সারণি ১০.২ : সাধারণ পদ্ধতিতে অ্যামিনের নামকরণ

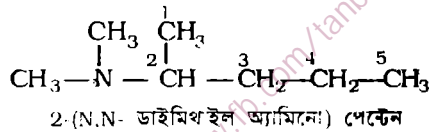
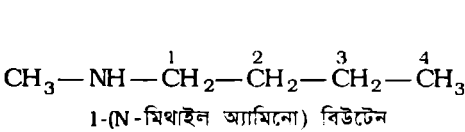
অ্যামিনের গাঠনিক সংকেত	অ্যামিনের নাম
(১) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$	(১) ইথাইল অ্যামিন
(২) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	(২) আইসো প্রোপাইল অ্যামিন
(৩) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$	(৩) ইথাইল মিথাইল অ্যামিন
(৪) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	(৪) ট্রাইমিথাইল অ্যামিন

জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতি : ১। 1°- অ্যামিনের ক্ষেত্রে এ পদ্ধতিতে অ্যামিনকে অ্যামিনো অ্যালকেন

(amino alkane) রূপে নামকরণ করা হয়। অ্যামিনো ($-\text{NH}_2$) মূলকযুক্ত দীর্ঘতম কার্বন শিকল ধরে 'অ্যালকেন' স্থির করা হয়। কার্বন শিকলে শাখান্বিত মূলককে সংখ্যায়িত করা হয়। যেমন,

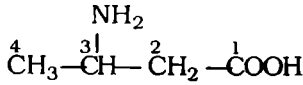


২। 2°, 3°-অ্যামিনের ক্ষেত্রে অর্থাৎ অ্যামিনো মূলকে অ্যালকাইল মূলক থাকলে বা প্রতিস্থাপিত অ্যামিনো মূলক ($-\text{NHR}$, $-\text{NR}_2$) এর বেলায় N-অ্যালকাইল বা N, N-ডাইঅ্যালকাইল শব্দ 'অ্যামিনো' শব্দের পূর্বে লিখে নামকরণ করা হয়। যেমন,

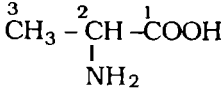


৩। অ্যামিনো মূলক ও অন্য কোন কার্যকরী মূলক যেমন, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$ একই যৌগে থাকলে তখন অগ্রাধিকার তালিকা মতে নামকরণ হয়। আবার 1°, 2°, 3°- অ্যামিনকে যথাক্রমে $-\text{NH}_2$ (অ্যামিনো); $-\text{NHR}$ (অ্যালকাইল অ্যামিনো); $-\text{NR}_2$ (ডাইঅ্যালকাইল অ্যামিনো) প্রতিস্থাপকরূপে মূল যৌগের নামকরণ করা হয়।

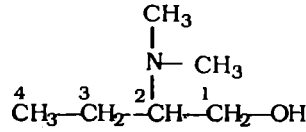
কার্বিক এসিডের α -কার্বনে $-NH_2$ মূলক থাকলে তাদেরকে α -অ্যামাইনো এসিড বলে। α -অ্যামিনো এসিডের আলাদা নাম আছে। [একাদশ অধ্যায়ের ১১.১২নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।] যেমন,



3-অ্যামিনো বিউটানোয়িক এসিড



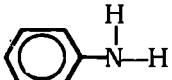
2-অ্যামাইনো প্রোপানোয়িক এসিড (এলানিন)



2-(N,N-ডাইমিথাইল অ্যামিনো)-1-বিউটানল

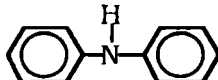
১০.৪.১ অ্যারোমেটিক অ্যামিনের নামকরণ Nomenclature of Aromatic Amines

অ্যামিনের সংজ্ঞায় বলা হয় NH_3 অণুর এক বা একাধিক H -পরমাণু সমসংখ্যক অ্যারাইল মূলক যেমন, ফিনাইল (C_6H_5-) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে অ্যারোমেটিক অ্যামিন উৎপন্ন হয়। এসব অ্যামিনের নামকরণে ফিনাইল মূলকের সংখ্যা লিখে শেষে 'অ্যামিন' শব্দ যোগ করা হয়। যেমন,

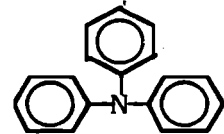


ফিনাইল অ্যামিন

বা, আনিলিন (1°)

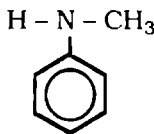


ডাইফিনাইল অ্যামিন (2°)



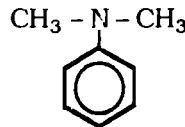
ট্রাইফিনাইল অ্যামিন (3°)

আবার ফিনাইল অ্যামিন বাণিজ্যিকভাবে অ্যানিলিন নামে বেশি পরিচিত। ফিনাইল অ্যামিনের $-NH_2$ মূলকের H -পরমাণু যে অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে 2° , 3° -অ্যামিন উৎপন্ন করলে তখন N পরমাণুর সাথে যুক্ত ঐ মূলকের নাম উল্লেখপূর্বক ফিনাইল অ্যামিন শব্দ যোগ করা হয়। আবার অ্যানিলিন শব্দ ব্যবহারকালে N -অ্যালকাইল শব্দ পূর্বে বসে। যেমন,



মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন

বা, N -মিথাইল অ্যানিলিন (2°)



ডাইমিথাইল ফিনাইল অ্যামিন

বা, N,N -ডাইমিথাইল অ্যানিলিন (3°)

আবার অ্যারোমেটিক অ্যামিনের বেনজিন বলয়ে অন্য কোন প্রতিস্থাপক থাকলে অগ্রাধিকার তালিকা মতে নামকরণ হয়। এ সব ক্ষেত্রে যৌগের বিশেষ নামও থাকে। যেমন,



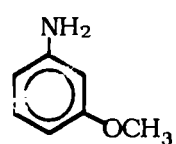
4-মিথাইল অ্যানিলিন
বা, প্যারাতলুইডিন



4-নাইট্রো অ্যানিলিন



4-ক্রোরো অ্যানিলিন



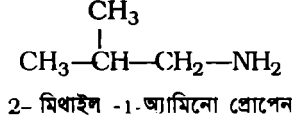
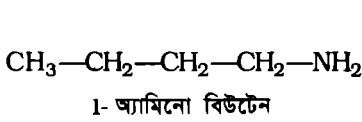
3-মিথোক্সি অ্যানিলিন
বা, মেটা অ্যানিসিডিন

১০.৫ অ্যামিনের সমাগুতা (Isomerism of Amines)

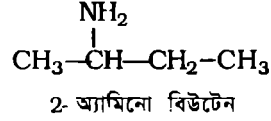
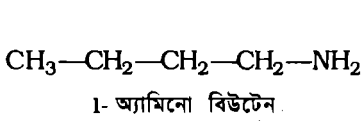
(ক) অ্যালিফেটিক অ্যামিনের সমাগুতা

অ্যালিফেটিক অ্যামিনগুলো নিম্নোক্ত কয়েক শ্রেণীর সমাগুতা প্রদর্শন করে। যেমন,

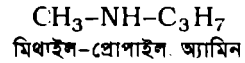
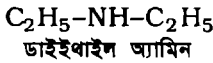
১। চেইন সমাগুতা : একই আণবিক সংকেত যুক্ত কিন্তু অ্যালকাইল মূলকের কার্বন শিকলের ভিন্নতা হেতু অ্যামিনগুলো চেইন সমাগুতা প্রদর্শন করে। যেমন, $C_4H_{11}N$ -আণবিক সংকেতের নিম্নোক্ত চেইন সমাগু সম্ভব।



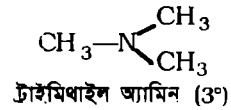
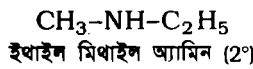
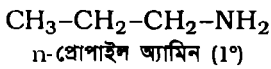
২। অবস্থান সমাগুতা : একই আণবিক সংকেতযুক্ত কিন্তু কার্বন শিকলে অ্যামিনো মূলকের বিভিন্ন অবস্থানের জন্য অ্যামিনে অবস্থান সমাগুতার উদ্ভব ঘটে। যেমন, $C_4H_{11}N$ -আণবিক সংকেতের নিম্নোক্ত অবস্থান সমাগু সম্ভব।



৩। মেটামারিজম : একই আণবিক সংকেতের অ্যামিনের N-পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত অ্যালকাইল মূলকের বিভিন্নতার কারণে মেটামারিজম দেখা যায়। যেমন, $C_4H_{11}N$ -আণবিক সংকেতের নিম্নোক্ত মেটামার সমাগু সম্ভব।

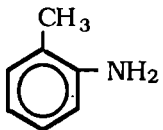


৪। বিভিন্ন শ্রেণীর অ্যামিন সমাগুতা : একই আণবিক সংকেতযুক্ত অ্যামিনের কার্যকরী মূলকের ভিন্নতার জন্য 1° , 2° , 3° অ্যামিনরূপে সমাগুতা প্রদর্শন করে। যেমন, C_3H_9N সংকেতের নিম্নোক্ত তিন শ্রেণীর অ্যামিন সমাগু আছে।

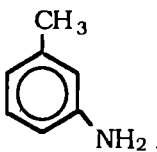


(খ) অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সমাগুতা

অ্যারোমেটিক অ্যামিনে অবস্থান সমাগুতা ও কার্যকরী মূলক সমাগুতা-এ দু'প্রকার সমাগুতা দেখা যায়। যেমন, C_7H_9N আণবিক সংকেতের 4টি অ্যারোমেটিক সমাগু ও 1টি বেনজাইল অ্যামিন নামক অ্যালিফেটিক ধর্মবিশিষ্ট অ্যামিন সম্ভব। যেমন,



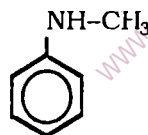
2-অ্যামিনো টলুইন (1°)



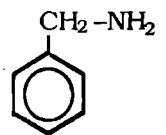
3-অ্যামিনো টলুইন (1°)



4-অ্যামিনো টলুইন (1°)



N-মিথাইল অ্যানিলিন (2°)

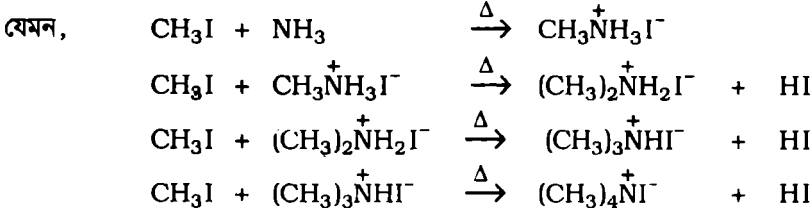
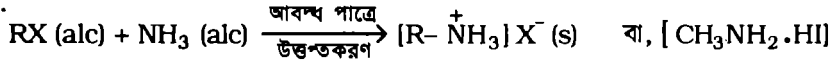


বেনজাইল অ্যামিন (1°)

১০.৬ অ্যামিনসমূহের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী General Methods of Preparation of Amines

(ক) অ্যালিকফেটিক অ্যামিন প্রস্তুতি :

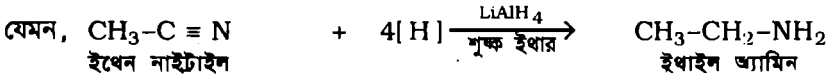
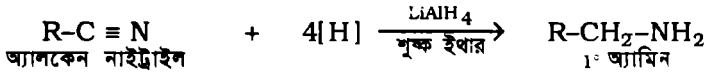
১। অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যামোনিয়া থেকে : ইথানলে দ্রবীভূত অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যামোনিয়া গ্যাসের মিশ্রণকে আবম্ব ধাতব পাত্রে অধিক চাপে উত্তপ্ত করলে ১°, ২°, ৩° অ্যামিনসমূহ ও ৪° অ্যামোনিয়াম লবণ এর মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



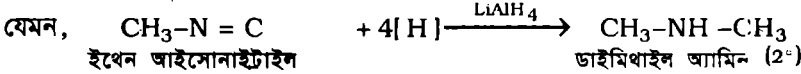
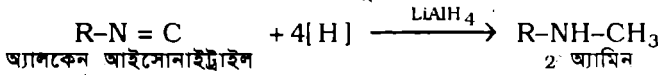
উৎপন্ন অ্যামিনসমূহের মিশ্রণে পটাসিয়াম হাইড্রজেনাইড স্কার দ্রবণ যোগ করে আংশিক পাতন করলে পৃথক পৃথকভাবে ১°, ২°, ৩° অ্যামিন যেমন, মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন ও ট্রাইমিথাইল অ্যামিন পাওয়া যায়।

২। অ্যালকেন নাইট্রাইল ও আইসো নাইট্রাইলের বিজারণ দ্বারা

১° অ্যামিন প্রস্তুতি : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট (LiAlH₄) দ্বারা অ্যালকেন নাইট্রাইলকে বিজারিত করে প্রাইমারি অ্যামিন প্রস্তুত করা যায়।

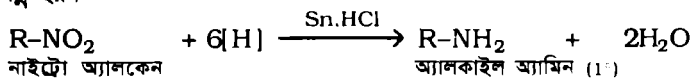


২° অ্যামিন প্রস্তুতি : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট (LiAlH₄) দ্বারা অ্যালকেন আইসোনাইট্রাইলকে বিজারিত করে ২° অ্যামিন প্রস্তুত করা যায়।

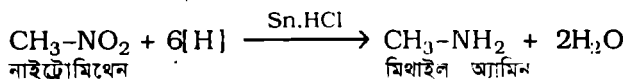


৩। নাইট্রোঅ্যালকেনের বিজারণ দ্বারা

১° অ্যামিন প্রস্তুতি : নাইট্রোঅ্যালকেনকে জিংক বা টিন ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড কিংবা নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন গ্যাস কিংবা লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট (LiAlH₄) দ্বারা বিজারিত করলে প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



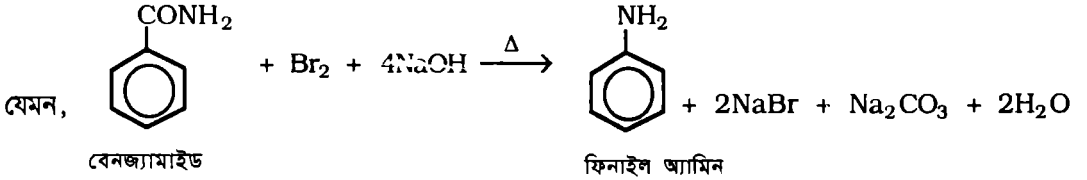
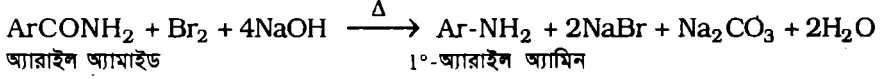
উদাহরণ : নাইট্রোমিথেনকে টিন ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করলে মিথাইল অ্যামিন ও পানি উৎপন্ন হয়।



(খ) অ্যারোমেটিক অ্যামিন প্রস্তুতি :

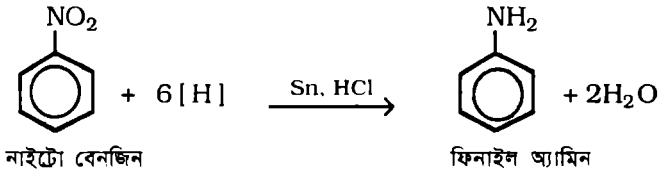
১। বেনজ্যামাইড থেকে : “হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ পদ্ধতি”

অ্যারাইল অ্যামাইডকে ব্রোমিন ও গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন উৎপন্ন হয়। এ পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যামিনে মূল মাতৃযৌগ অ্যামাইড অপেক্ষা একটি কার্বন কম থাকে। তাই এ পদ্ধতিকে আবিষ্কারকের নামানুসারে “হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া” বলা হয়।



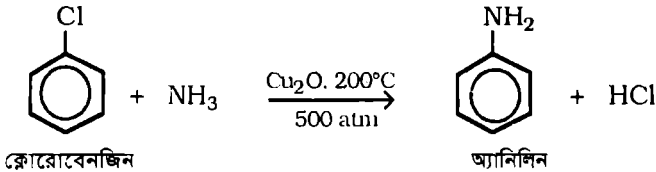
২। নাইট্রো অ্যারিনের বিজারণ দ্বারা

অ্যারোমেটিক নাইট্রো যৌগকে টিন ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড অথবা টিন (II) ক্লোরাইড ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড অথবা আয়রন ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্বারা বিজারিত করলে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়। যেমন, নাইট্রো বেনজিনকে টিন ও HCl দ্বারা বিজারিত করলে ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়।



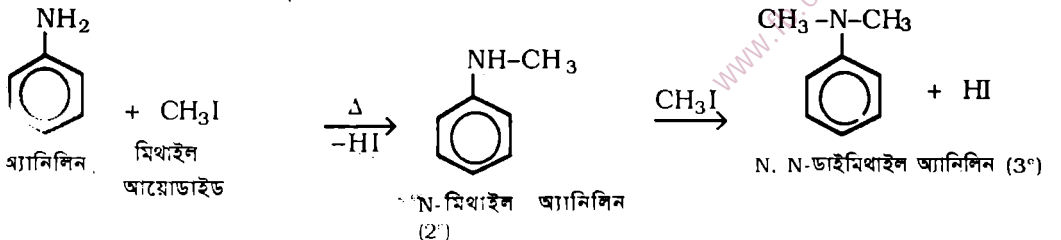
৩। ক্লোরোবেনজিন থেকে : NH₃ সহ বিক্রিয়ায়

প্রায় 500 atm চাপে ও 200°C তাপমাত্রায় Cu₂O প্রভাবকের উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিনের সাথে অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়ায় অ্যানিলিন ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।



৪। অ্যানিলিন থেকে 2° ও 3° অ্যামিন প্রস্তুতি

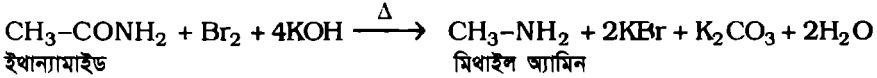
অ্যানিলিনের সাথে অ্যালকাইল হ্যালাইড যেমন, মিথাইল আয়োডাইডকে উত্তপ্ত করলে N-মিথাইল অ্যানিলিন ও N,N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়। যেমন,



১০.৭ পরীক্ষাগারে মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুতি

Laboratory Preparation of Methylamine

মূলনীতি : পরীক্ষাগারে ইথান্যামাইড, ব্রোমিন ও গাঢ় KOH দ্রবণকে একত্রে উত্তপ্ত করে মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুত করা হয়। এ বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত উৎপাদ পটাশিয়াম ব্রোমাইড, পটাশিয়াম কার্বনেট ও পানি উৎপন্ন হয়।



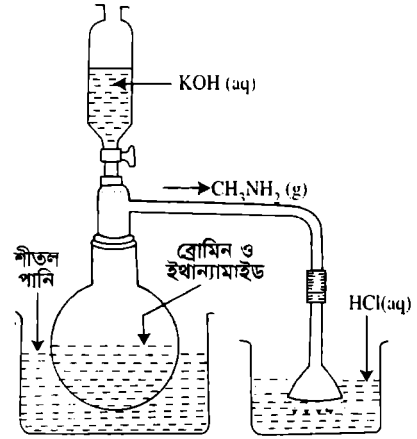
এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যামিনের অণুতে মূল এসিড অ্যামাইড অণুর চেয়ে একটি কার্বন পরমাণু কমে যায়, এ জন্য এ বিক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নামানুসারে হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া বা ডিগ্রেশন বিক্রিয়া বলে।

বর্ণনা : (১) একটি গোলতলী ফ্লাস্কে ইথান্যামাইড (20 g) নিয়ে ফ্লাস্কটিকে শীতল পানিগাহের ওপর রেখে এর মধ্যে তরল ব্রোমিন (18 mL) যোগ করা হয় এবং একটি বিন্দুপাতি ফানেল ও একটি নির্গম নল যুক্ত করা হয়।

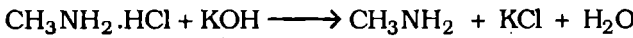
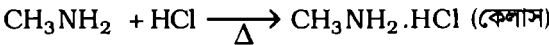
(২) বিন্দুপাতি ফানেলের মাধ্যমে 10% লঘু KOH দ্রবণ যোগ করে বাদামি বর্ণের দ্রবণকে ঈষৎ হলুদ বর্ণে পরিণত করা হয়।

(৩) পরে উৎপন্ন মিশ্রণে উত্তপ্ত 100 mL 40% KOH-এর দ্রবণ যোগ করা হয়। নির্গত গ্যাসীয় মিথাইল অ্যামিনকে HCl দ্রবণে শোষিত করা হয়।

(৪) পরে একে পানিগাহে বাষ্পীভূত ও গাঢ় করার পরে শীতল করলে অনুঘাতী মিথাইল অ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড (CH₃NH₂.HCl) এর কেলাস পৃথক হয়। এই কেলাসকে KOH সহযোগে উত্তপ্ত করে বিশুদ্ধ মিথাইল অ্যামিন পানিতে জলীয় দ্রবণরূপে সংগ্রহ করা হয়।



চিত্র ১০.২ : পরীক্ষাগারে মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুতি।



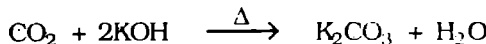
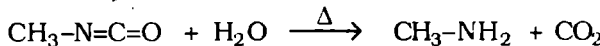
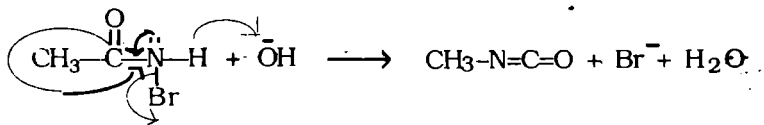
[দ্রষ্টব্য : পরীক্ষাগারে ইথাইল অ্যামিন প্রস্তুতির বেলায় প্রোপিয়োন্যামাইড (C₂H₅CONH₂) এর সাথে ব্রোমিন ও কস্টিক সোডার দ্রবণকে উত্তপ্ত করা হয়। বর্ণনা মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুতির অনুরূপ।]

হফম্যান ডিগ্রেশন বিক্রিয়ার মেকানিজম :



N-ব্রোমো অ্যামাইড

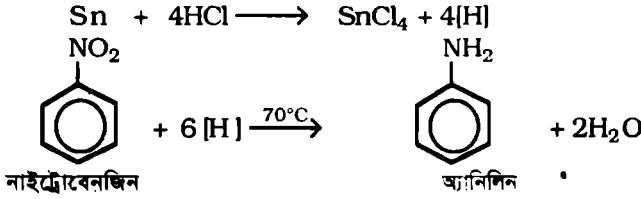
(২) উত্তপ্ত 40% KOH সহ : N-ব্রোমো অ্যামাইড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় iso-সায়ানেট উৎপন্ন হয়। পরে এটি আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা অ্যামিন ও CO₂ উৎপন্ন করে।



১০.৮ পরীক্ষাগারে ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন প্রস্তুতি

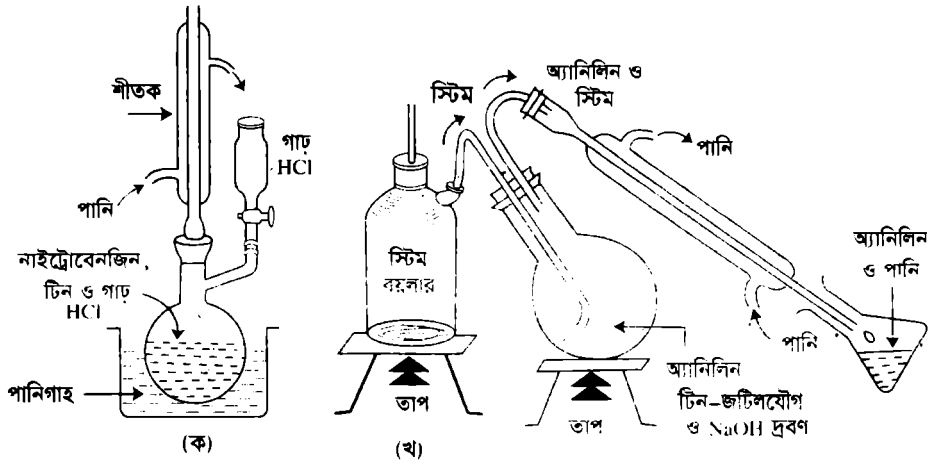
Laboratory Method of Preparation of Phenylamine

মূলনীতি : পরীক্ষাগারে নাইট্রোবেনজিনকে টিন ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিড মিশ্রণ দ্বারা বিজারিত করে অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিন প্রস্তুত করা হয়। প্রথমে টিন ও গাঢ় HCl এর বিক্রিয়ায় জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় যা নাইট্রোবেনজিনকে প্রায় 70°C তাপমাত্রায় পূর্ণ বিজারিত করে অ্যানিলিন উৎপন্ন করে।



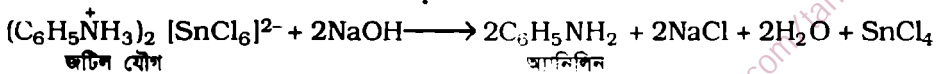
প্রস্তুতির বর্ণনা : (১) রিফ্লাস্ক শীতকমুক্ত ফ্লাস্কে 25 g নাইট্রোবেনজিন ও 45 g বিচূর্ণ টিন নিয়ে ঐ মিশ্রণের মধ্যে বিন্দুপাতি ফানেলে নেয়া 100 mL গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিড অল্প অল্প করে যোগ করা হয়। তখন শীতকের ভেতর দিয়ে পানি প্রবাহ অব্যাহত রাখা হয়। এসিড যোগ করার সময় তাপমাত্রা যাতে 70°C এর বেশি বৃদ্ধি না পায় এজন্য ফ্লাস্কটিকে শীতল পানিগাহে রাখা হয়।

(২) গাঢ় HCl যোগ করা শেষ হলে ফ্লাস্কটিকে ফুটন্ত পানিতে রেখে 100°C তাপমাত্রায় প্রায় আধ ঘণ্টা ধরে মিশ্রণটিকে রিফ্লাস্ক করা হয়। তখন নাইট্রোবেনজিনের ভাসমান তৈলাক্ত বিন্দু আর দেখা যায় না। উৎপন্ন যৌগটি জটিল যৌগ (C₆H₅NH₃)₂ [SnCl₆]²⁻ রূপে থাকে।



চিত্র ১০.৩ : (ক) পরীক্ষাগারে অ্যানিলিন প্রস্তুতি। (খ) উৎপন্ন অ্যানিলিনের স্টিম পাতন।

অ্যানিলিনের পৃথকীকরণ : (৩) উৎপন্ন যৌগের মিশ্রণটিকে শীতল করে এবং এর মধ্যে গাঢ় NaOH দ্রবণ (70% NaOH) যোগ করে মিশ্রণটিকে স্ফারীয় করা হয়। ফলে ফিনাইল অ্যামিন এসিডযুক্ত জটিল যৌগ থেকে পৃথক হয়ে বাদামি বর্ণের তৈলের মত ভেসে ওঠে।



বিশোধন : (৪) এ মিশ্রণকে স্টিম পাতন করে ফিনাইল অ্যামিন ও পানির মিশ্রণ পাওয়া যায়। পাতিত তরলকে খাদ্য লবণ দ্বারা সম্পৃক্ত করে শেষে পৃথকীকরণ ফানেলের সাহায্যে জলীয় স্তর থেকে ফিনাইল অ্যামিনের স্তরকে পৃথক করা হয়। পরে একে অনার্দ্র কঠিন NaOH এর ওপর রেখে পানি মুক্ত করা হয়। শেষে ওপর থেকে তৈল স্তরকে পাতন ফ্লাস্কে ঢেলে বায়ু-শীতক সহযোগে পাতন করা হয় এবং 183°-184° C তাপমাত্রায় পাতিত তরলরূপে বিশুদ্ধ অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিন পাওয়া যায়।

বিঃ দ্রঃ উৎপন্ন ফিনাইল অ্যামিন HCl এসিডের সাথে যুক্ত হয়ে অ্যানিলিনিয়াম ক্লোরাইড লবণ এবং তা মিশ্রণের টিন (IV) ক্লোরাইডের সাথে দ্রবণীয় জটিল যৌগ গঠন করে। তাই NaOH দ্বারা প্রশমিত করে ফিনাইল অ্যামিন মুক্ত করা হয়।

১০.৯.১ অ্যারোমেটিক অ্যামিনের ভৌত ধর্ম Physical Properties of Aromatic Amines

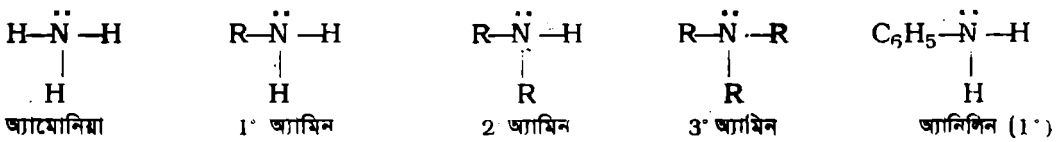
১। ভৌত অবস্থা : অ্যারোমেটিক অ্যামিনসমূহ সাধারণত বর্ণহীন তরল বা কঠিন এবং এদের গন্ধ অগ্রীতিকর। আলো ও বাতাসের সংস্পর্শে এরা জারিত হয়ে বাদামি বর্ণ ধারণ করে। এরা বিষাক্ত ধরনের পদার্থ।

২। স্ফুটনাঙ্ক ও গলনাঙ্ক : অ্যারোমেটিক অ্যামিনের স্ফুটনাঙ্ক বা গলনাঙ্ক আণবিক ভর বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায়। আবার অ্যারোমেটিক অ্যামিনের স্ফুটনাঙ্ক অ্যালিফেটিক অ্যামিনের স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা তুলনামূলকভাবে বেশি; যেমন, অ্যানিলিনের স্ফুটনাঙ্ক (184° C) হেঞ্জাইল অ্যামিনের স্ফুটনাঙ্ক (130°C) অপেক্ষা বেশি।

৩। দ্রাব্যতা : অ্যারোমেটিক অ্যামিনসমূহ পানিতে সামান্য দ্রবণীয়; কিন্তু বেনজিন এবং অন্যান্য জৈব দ্রাবকে সম্পূর্ণরূপে দ্রবণীয়। n-হেঞ্জাইল অ্যামিন অপেক্ষা অ্যানিলিন পানিতে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয়।

১০.১০ অ্যামিনসমূহের রাসায়নিক ধর্ম Chemical Properties of Amines

সক্রিয়তা : অ্যামিনগুলো অ্যামোনিয়া (NH₃) এর অ্যালকাইল বা অ্যারাইল প্রতিস্থাপিত যৌগ এবং অ্যামোনিয়া অণুর N পরমাণু ও অ্যামিনসমূহের N পরমাণুতে একই জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকটন থাকে। যেমন,



কাজেই অ্যামিনগুলো অ্যামোনিয়ার মতই (ক) ক্ষারীয় ধর্ম প্রকাশ করে ও (খ) নাইট্রোজেন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত H পরমাণু খুবই সক্রিয়। আবার গাঠনিক সংকেতে তিন প্রকার অ্যামিন ভিন্ন বলে এদের অনেক বিক্রিয়াও ভিন্ন হয়। অ্যালকাইল অ্যামিনের অ্যালকাইল মূলক সাধারণত কোন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

কিন্তু অ্যারোমেটিক অ্যামিনের যেমন, অ্যানিলিনের বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রোফিলিক বা ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। সুতরাং অ্যামিনসমূহের রাসায়নিক বিক্রিয়াকে নিম্নোক্ত দুই প্রধান শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত করে ৮ প্রকার বিক্রিয়া আলোচনা করা হল। যেমন,

- | | |
|---|------------------------------|
| (ক) অ্যামিনের কার্যকরী মূলকভিত্তিক বিক্রিয়া | (খ) বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন |
| ১। অ্যামিনসমূহের ক্ষারধর্মিতা | ৬। হ্যালাজেনেশন |
| ২। অ্যামিন মূলকের সক্রিয় H পরমাণুর প্রতিস্থাপন | ৭। নাইট্রেশন |
| ৩। নাইট্রাস এসিডের সাথে বিক্রিয়া | ৮। সালাফোনেশন |
| ৪। কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা | |
| ৫। অ্যামিনো মূলকের জারণ | |

(ক) অ্যামিনের কার্যকরী মূলকভিত্তিক বিক্রিয়া :

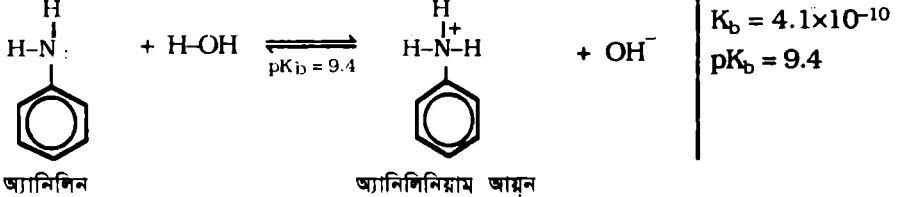
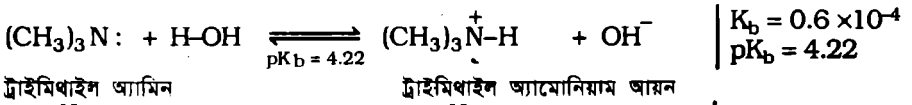
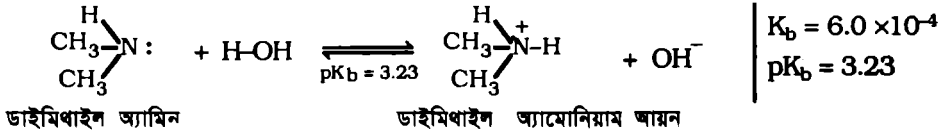
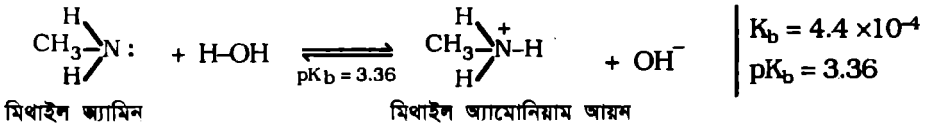
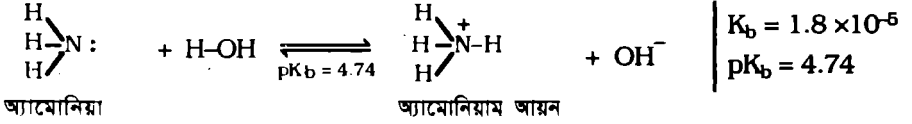
১০.১০.১ অ্যামিনসমূহের ক্ষারধর্মিতা (Basic Property of Amines)

ক্ষারধর্মিতার কারণ : (ক) অ্যামোনিয়া (NH₃) ও অ্যামোনিয়া থেকে উৎপন্ন অ্যামিনসমূহের নাইট্রোজেন পরমাণুতে 'নিঃসঙ্গ ইলেকটন জোড়' থাকায় এরা ক্ষারকীয় প্রকৃতির হয়। কারণ ক্ষারকের আধুনিক সংজ্ঞানুসারে, এক জোড়া ইলেকটন দাতা বা প্রোটন গ্রহীতা যে কোন যৌগ, যৌগাংশ বা আয়নকে ক্ষারক বলা হয়। যেমন,

১। পানির সাথে ক্রিয়া

অ্যামোনিয়া ও তিন শ্রেণীর (1°, 2°, 3°) অ্যামিন পানির সঙ্গে উভমুখী বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল যেমন, মিথাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়াম আয়ন ও হাইড্রক্সাইড আয়ন উৎপন্ন করে। এসব ক্ষেত্রে NH_3 ও অ্যামিনসমূহ পানি থেকে একটি প্রোটন (H^+) গ্রহণ করে হাইড্রক্সাইড আয়ন (OH^-) উৎপন্ন করে।

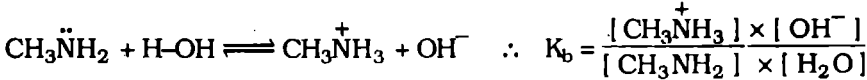
পানির সাথে অ্যামোনিয়া, অ্যালিফেটিক অ্যামিন ও অ্যানিলিনের বিক্রিয়ায় ঋণাত্মক OH^- এবং ধনাত্মক অ্যামোনিয়াম আয়ন, মিথাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়াম আয়ন এবং অ্যানিলিনিয়াম আয়ন উৎপন্ন হয়। প্রতিটি বিক্রিয়ায় সাম্যাবস্থায় OH^- আয়ন থাকায় অ্যামোনিয়া ও অ্যামিনসমূহের জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী হয়।



• ক্ষারধর্মিতার তুলনা : (ক) অ্যালিফেটিক অ্যামিনসমূহ অ্যামোনিয়ার চেয়ে অধিক ক্ষারধর্মী :

অ্যালিফেটিক অ্যামিনসমূহের ক্ষারকীয় শক্তিকে ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবক K_b এর মান দ্বারা তুলনা করা যায়।

জলীয় দ্রবণে CH_3-NH_2 এর সাম্যাবস্থায় K_b এর মান গাণিতিকভাবে নিম্ন সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয় :



যেহেতু পানির পরিমাণ বেশি থাকে, তাই পানির ঘনমাত্রা $[\text{H}_2\text{O}]$ -কে ধ্রুব ধরলে K_b এর সমীকরণটি নিম্নরূপ হয় :

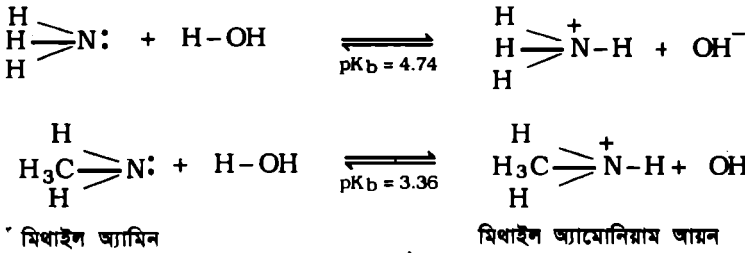
$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3] \times [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

ক্ষারকের K_b এর মান যত বেশি হবে ক্ষারকটি তত বেশি শক্তিশালী হবে। বর্তমানে K_b এর মানকে ঋণাত্মক লগারিদমে প্রকাশ করে pK_b রূপে দেখানো হয়। সুতরাং বিয়োজন ধ্রুবক $pK_b = -\log K_b$ । যেমন, মিথাইল অ্যামিনের $K_b = 4.4 \times 10^{-4}$ এবং এর $pK_b = 3.36$ ।

কারকের বিয়োজন ধ্রুবক pK_b এর মান যতই বৃদ্ধি পায়, কারকের কার্যধর্ম ততই হ্রাস পায়। বিপরীতভাবে কারকের pK_b এর মান যতই হ্রাস পায়, কারকের কার্যধর্ম ততই বৃদ্ধি পায়। উপরিউক্ত অ্যামোনিয়া, মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন ও ট্রাইমিথাইল অ্যামিন-এর বিয়োজন ধ্রুবক pK_b এর মান থেকে জানা যায় যে, অ্যালিককেটিক অ্যামিনসমূহ যেমন, মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন ইত্যাদি জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়ার চেয়ে অধিক কার্যধর্মী।

(খ) 'মিথাইল অ্যামিন অ্যামোনিয়া অপেক্ষা তীব্রতর কারক।' -এর ব্যাখ্যা।

অ্যামোনিয়া (NH_3) ও মিথাইল অ্যামিন (CH_3NH_2) উভয়ের অণুর N পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকায় এরা প্রোটন গ্রহণ করতে পারে। তাই উভয়েই কারক। জলীয় দ্রবণে NH_3 ও CH_3NH_2 পানির সাথে উত্তমুখী বিক্রিয়ায় পানি থেকে প্রোটন গ্রহণ করে ঋণাত্মক OH^- আয়ন ও যথাক্রমে ধনাত্মক NH_4^+ আয়ন ও মিথাইল অ্যামোনিয়াম আয়ন ($CH_3NH_3^+$) উৎপন্ন করে।

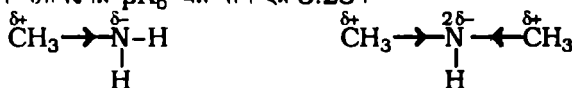


উৎপন্ন মিথাইল অ্যামোনিয়াম আয়নের ধনাত্মক চার্জ নাইট্রোজেন পরমাণু ও একটি কার্বন পরমাণু শেয়ার করে থাকে। ধনাত্মক চার্জের বিস্তারণের ফলে তুলনামূলকভাবে মিথাইল অ্যামোনিয়াম আয়ন অধিক সুস্থিত হয়। ফলে CH_3NH_2 ও পানির উত্তমুখী বিক্রিয়া NH_3 ও পানির উত্তমুখী বিক্রিয়ার তুলনায় অধিকতর সম্মুখমুখী হয়ে থাকে। তখন CH_3NH_2 ও পানির বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে OH^- আয়নের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ এর আয়নীকরণ ধ্রুবক K_b এর মান বেড়ে $K_b = 4.4 \times 10^{-4}$ এবং $pK_b = 3.36$ হয়। কিন্তু NH_3 ও পানির বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে আয়নীকরণ বৃদ্ধি করার সুযোগ না থাকায় এর $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ এবং $pK_b = 4.74$ হয়। উল্লেখ্য কারকের pK_b এর মান যত কম হবে ঐ কারক তত বেশি সবল কারক হবে।

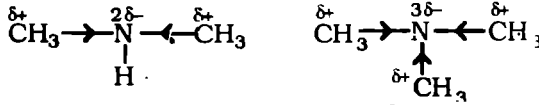
আবার মিথাইল অ্যামোনিয়াম আয়নের ধনাত্মক চার্জের সুস্থিতিতে মিথাইল মূলকের ধনাত্মক আবেশীয় ফল (+I) দ্বারাও ব্যাখ্যা করা যায়। মিথাইল মূলক ধনাত্মক আবেশীয় ফল দ্বারা নাইট্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফলে মিথাইল অ্যামিনের পানি থেকে প্রোটন গ্রহণের ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। অপরদিকে NH_3 অণুতে এরূপ ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করার কোন সুযোগ নেই। তাই মিথাইল অ্যামিন অ্যামোনিয়ার চেয়ে অধিক কার্যধর্মী হয়।



(গ) অনুরূপভাবে, ডাইমিথাইল অ্যামিন [$(CH_3)_2NH$]-এর কার্যধর্মিতা মিথাইল অ্যামিন [CH_3NH_2] থেকে বেশি। কারণ মিথাইল অ্যামিনে ইলেকট্রনদানকারী একটি মিথাইল মূলক এবং ডাইমিথাইল অ্যামিন দুটি মিথাইল মূলক নাইট্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রনের ঘনত্ব বৃদ্ধি করে এবং একে অধিকতর প্রোটন আকর্ষী করে থাকে। ফলে ডাইমিথাইল অ্যামিন মিথাইল অ্যামিন অপেক্ষা অধিক তীব্র কারক। উল্লেখ্য মিথাইল অ্যামিনের pK_b -এর মান 3.36; অপরদিকে ডাইমিথাইল অ্যামিনের pK_b -এর মান হয় 3.23।



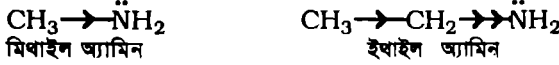
(ঘ) কিন্তু টাইমিথাইল অ্যামিন $[(CH_3)_3N]$ এর কার্যধর্মিতা ($pK_b = 4.22$) মিথাইল অ্যামিন ($pK_b = 3.36$) ও ডাইমিথাইল অ্যামিন ($pK_b = 3.23$) অপেক্ষা কম; যদিও টাইমিথাইল অ্যামিনে ইলেকট্রন দানকারী তিনটি মিথাইল মূলক যুক্ত আছে। অর্থাৎ 1° অ্যামিন ও 2° অ্যামিন থেকে 3° অ্যামিন দুর্বল কার।



প্রকৃতপক্ষে এ ব্যতিক্রমের কারণ হল 3° অ্যামিনের বেলায় একটি N পরমাণুতে তিনটি বড় আকারের অ্যালকাইল মূলক যেমন, মিথাইল (CH_3) মূলক যুক্ত থাকায়, এ মূলকগুলো পরস্পরের মধ্যে বিকর্ষণজনিত কারণে N পরমাণুকে চারদিকে প্রায় ঘেরাও করে থাকে; ফলে N পরমাণুতে প্রোটন (H^+) আগমনে বাধা পায়, একে 'স্টেরিও বাধা' বলা হয়। তাই টাইমিথাইল অ্যামিনের করীয় ক্ষমতা ডাইমিথাইল অ্যামিন অপেক্ষা অনেকখানি হ্রাস পায়।

উপরিউক্ত কারণে, অ্যালিফেটিক অ্যামিনসমূহের কার্যকীয় ক্ষমতার ক্রম হল $2^\circ > 1^\circ > 3^\circ$ অ্যামিন।

(ঙ) ইথাইল অ্যামিন ($CH_3CH_2NH_2$) মিথাইল অ্যামিন (CH_3NH_2) এর চেয়ে অধিক কার্যধর্মী। মিথাইল অ্যামিনের $pK_b = 3.36$ এবং ইথাইল অ্যামিনের $pK_b = 3.30$ । এর ব্যাখ্যা হল ইথাইল মূলকের আবেশীয় ফল (+I) মিথাইল মূলকের চেয়ে বেশি হয়। ফলে প্রোটন গ্রহণের ক্ষমতা মিথাইল অ্যামিনের তুলনায় ইথাইল

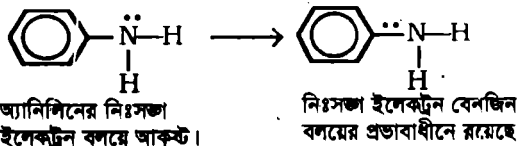


অ্যামিনের নাইট্রোজেন পরমাণুতে বৃষ্টি পায়। তাই ইথাইল অ্যামিন মিথাইল অ্যামিনের চেয়ে অধিক কার্যধর্মী হয়।

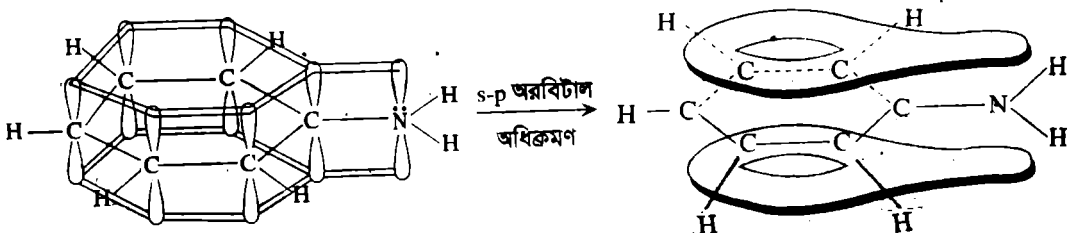
(চ) 'অ্যানিলিন NH_2 ও CH_3NH_2 অপেক্ষা দুর্বল কারক'-এর ব্যাখ্যা :

অ্যারোমেটিক অ্যামিন যেমন, অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিন ($C_6H_5NH_2$) এর বিয়োজন ধ্রুবক $pK_b = 9.4$ এবং অ্যামোনিয়ার বিয়োজন ধ্রুবক $pK_b = 4.74$. (অপরদিকে CH_3-NH_2 এর $pK_b = 3.36$)। এ মান দুটি থেকে বোঝা যায় যে, ফিনাইল অ্যামিন তথা অ্যারোমেটিক অ্যামিনের কার্যধর্মিতা অ্যামোনিয়ার বা মিথাইল অ্যামিন (CH_3-NH_2) এর চেয়ে কম। এর ব্যাখ্যা হল, নাইট্রোজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল ($2s^2$) আংশিকভাবে বেনজিন বলয়ের সংরগণশীল পাই (π) ইলেকট্রনের সাথে মিলিত হয় [চিত্র ১০.৬]।

ফলে নাইট্রোজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল বেনজিন বলয়ের দিকে আকৃষ্ট থাকে। তখন প্রোটনের সাথে নাইট্রোজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের সন্নিবেশ বন্ধন গঠনের সুযোগ কমে যায়। এ কারণে অ্যানিলিন বা অ্যারোমেটিক অ্যামিন মিথাইল অ্যামিন বা অ্যালিফেটিক অ্যামিন ও NH_3 অপেক্ষা দুর্বল কারক।



নাইট্রোজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ $2s^2$ অরবিটালের সাথে আংশিকভাবে বেনজিন বলয়ের সংরগণশীল পাই (π) ইলেকট্রনের অধিক্রমণ নিচের চিত্রে দেখানো হল :



চিত্র ১০.৬ : ফিনাইল অ্যামিনের বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রনের সাথে N এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের আংশিক অধিক্রমণ।

সুতরাং (১) অ্যামোনিয়া অপেক্ষা অ্যালিফেটিক অ্যামিন যেমন, CH_3NH_2 সবল কারক (২) কিন্তু অ্যামোনিয়া অথবা CH_3NH_2 অপেক্ষা অ্যারোমেটিক অ্যামিন যেমন, অ্যানিলিন দুর্বল কারক।

আবার বেনজিন বলয়ে নিষ্ক্রিয়কারী মূলক যেমন, $-\text{NO}_2$ মূলক যুক্ত থাকলে তখন উক্ত অ্যারোমেটিক অ্যামিনের ক্ষারধর্মিতা ফিনাইল অ্যামিনের চেয়ে হ্রাস পায়। কিন্তু বেনজিন বলয়ে সক্রিয়কারী মূলক যেমন, মিথোক্সি ($\text{CH}_3\text{O}-$) মূলক $-\text{OH}$ ইত্যাদি বিশেষত 4-অবস্থানে যুক্ত থাকলে ঐ অ্যারোমেটিক অ্যামিনের ক্ষারধর্মিতা ফিনাইল অ্যামিনের চেয়ে বেশি হয়।

২। খনিজ এসিডের সাথে লবণ গঠন : অ্যামিনসমূহের নাইট্রোজেন পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকটন জোড় থাকায় লুইস ক্ষাররূপে অ্যামিনসমূহ খনিজ এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ গঠন করে। যেমন,



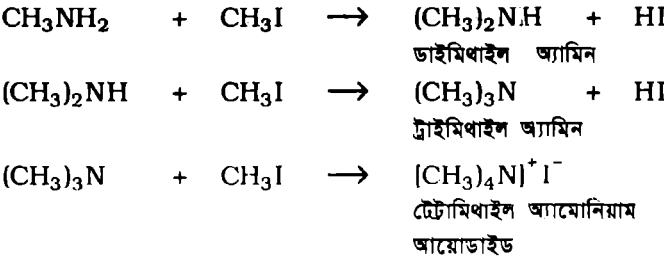
অনুরূপভাবে 2°, 3° অ্যামিনসমূহ বিক্রিয়া করে। উৎপন্ন লবণগুলো পানিতে দ্রবণীয় এবং শক্তিশালী ক্ষার NaOH দ্বারা এ লবণ থেকে অ্যামিন পুনরুদ্ধার করা যায়।

১০.১০.২ অ্যামিন মূলকের সক্রিয় H-পরমাণুর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া Substitution Reaction of Active H-atom of Amine-group

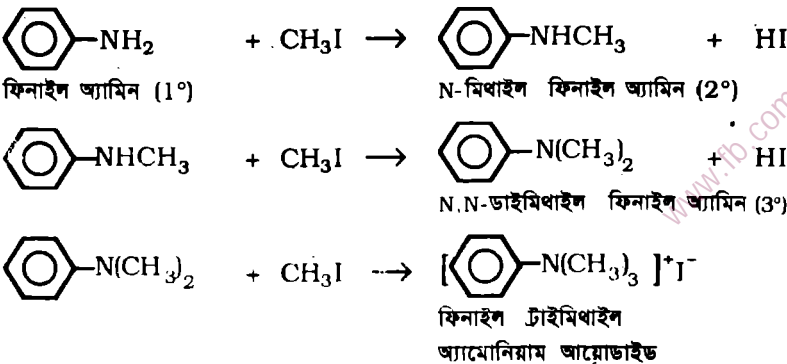
(ক) অ্যালকাইলেশন : অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া : বিভিন্ন অ্যামিন মূলকের H পরমাণু বেশ সক্রিয়। তাই অ্যামিনসমূহ অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া করে 1° অ্যামিন থেকে 2° অ্যামিন এবং 2° অ্যামিন থেকে 3° অ্যামিন এবং শেষে 3° অ্যামিন থেকে কোয়ারটারনারি লবণে পরিণত হয়।

সুতরাং যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অ্যামিনের সক্রিয় হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকাইল হ্যালাইডের অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে 2° ও 3° অ্যামিন উৎপন্ন করে তাকে অ্যামিনের অ্যালকাইলেশন বলে। যেমন,

(১) অ্যালিফেটিক অ্যামিনের সাথে মিথাইল আয়োডাইডের বিক্রিয়া : অ্যালিফেটিক অ্যামিন যেমন, মিথাইল অ্যামিন মিথাইল আয়োডাইডের সাথে বিক্রিয়ায় প্রথমে ডাইমিথাইল অ্যামিন (2°), এরপর ট্রাইমিথাইল অ্যামিন (3°) এবং শেষে টেট্রামিথাইল অ্যামোনিয়াম আয়োডাইড উৎপন্ন করে।

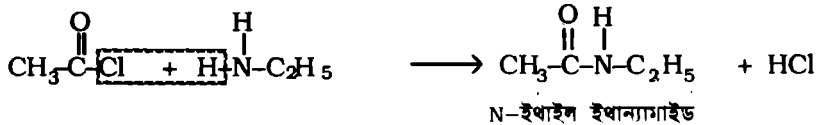


(২) অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সাথে মিথাইল আয়োডাইডের বিক্রিয়া : অ্যারোমেটিক অ্যামিন যেমন, ফিনাইল অ্যামিনের সাথে মিথাইল আয়োডাইড বিক্রিয়া করে অ্যামিনো ($-\text{NH}_2$) মূলক এর H পরমাণুকে মিথাইল মূলক একে একে প্রতিস্থাপিত করে N-মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন ও পরে N, N-ডাইমিথাইল ফিনাইল অ্যামিন এবং শেষে ফিনাইল ট্রাইমিথাইল অ্যামোনিয়াম আয়োডাইড উৎপন্ন হয়।

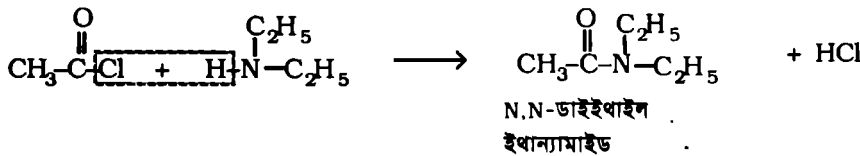


(খ) অ্যাসাইলেশন : অ্যাসাইল ক্লোরাইড (RCOCl) সহ বিক্রিয়া : প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যামিনসমূহ অ্যাসাইল ক্লোরাইড বা এসিড অ্যানহাইড্রাইডের সাথে বিক্রিয়াকালে অ্যামিনো মূলকের H-পরমাণু-অ্যাসাইল (RCO-) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। এ বিক্রিয়ায় প্রাইমারি অ্যামিন N-অ্যালকাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামাইড এবং সেকেন্ডারি অ্যামিন N,N-ডাইঅ্যালকাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামাইড উৎপন্ন করে। এনুপ বিক্রিয়াকে অ্যামিনের অ্যাসাইলেশন বলে। যেমন,

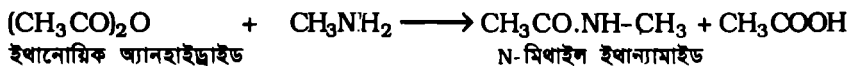
(১) অ্যামিকিটিক অ্যামিন ও ইথানোয়িল ক্লোরাইডের বিক্রিয়া : 1° অ্যামিন যেমন ইথাইল অ্যামিন ইথানোয়িল ক্লোরাইড (CH₃COCl) এর সাথে বিক্রিয়ায় প্রথমে N-ইথাইল ইথান্যামাইড ও HCl উৎপন্ন করে।



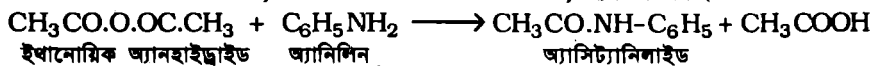
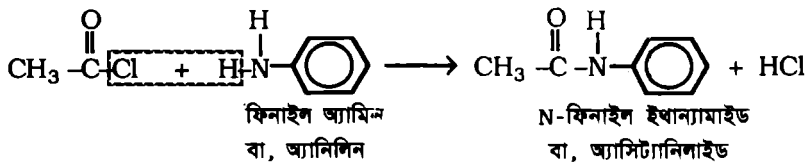
কিন্তু 2° অ্যামিন যেমন, ডাইইথাইল অ্যামিন ও ইথানোয়িল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় N,N-ডাইইথাইল ইথান্যামাইড ও HCl উৎপন্ন হয়।



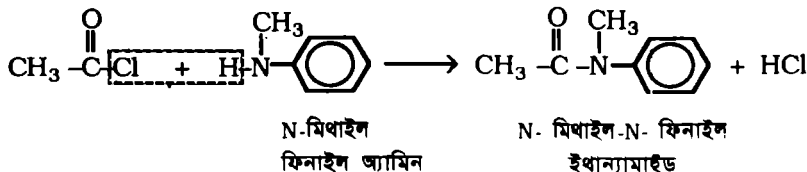
উল্লেখ্য 3° অ্যামিন এ বিক্রিয়া দেয় না। কারণ 3° অ্যামিনে প্রতিস্থাপনীয় H-পরমাণু নেই। ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের সাথে 1°, 2° অ্যামিন অনুরূপ বিক্রিয়া দেয়। যেমন,



(২) অ্যারোমেটিক অ্যামিন ও ইথানোয়িল ক্লোরাইডের বিক্রিয়া : ফিনাইল অ্যামিন ইথানোয়িল ক্লোরাইড (CH₃COCl) বা অ্যানহাইড্রাইড এর সাথে বিক্রিয়ায় অ্যাসিট্যানিলাইড বা N-ফিনাইল ইথান্যামাইড গঠন করে।



সেকেন্ডারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন যেমন, N-মিথাইল অ্যানিলিন ও ইথানোয়িল ক্লোরাইড বিক্রিয়া করে N-মিথাইল-N-ফিনাইল ইথান্যামাইড গঠন করে।

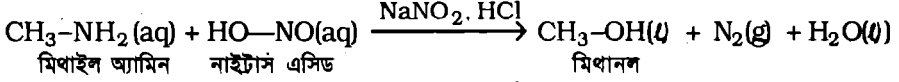
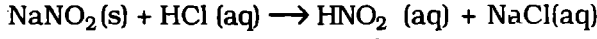


অ্যামিনের সাথে ইথানোয়িল ক্লোরাইড বা অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড (CH₃COCl) এর বিক্রিয়ায় অ্যামিনের সক্রিয় H পরমাণু অ্যাসিটাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে ইথান্যামাইড বা অ্যাসিট্যানিলাইড গঠনের বিক্রিয়াকে (acetylation) অ্যাসিটাইলেশন বলা হয়। উৎপন্ন পদার্থ নির্দিষ্ট গলনাঙ্কবিশিষ্ট কেলাসাকার হওয়ায় এর মাধ্যমে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি অ্যামিন শনাক্ত করা যায়। টারসিয়ারি অ্যামিনের নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত না থাকায় 3° অ্যামিন এ বিক্রিয়া দেয় না।

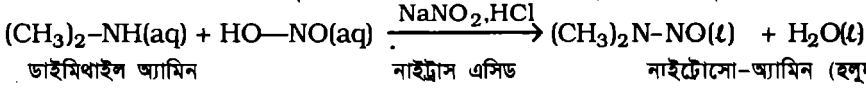
১০.১০.৩ নাইট্রাস এসিডের সাথে অ্যামিনের বিক্রিয়া Reactions of Amines with Nitrous Acid

প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যামিন নাইট্রাস এসিড (HNO₂) এর সাথে নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া দেয়। অ্যালিফেটিক 1°, 2°, 3° অ্যামিনের পার্থক্য নির্ণয়ে নাইট্রাস এসিডসহ বিক্রিয়া ব্যবহৃত হয়।

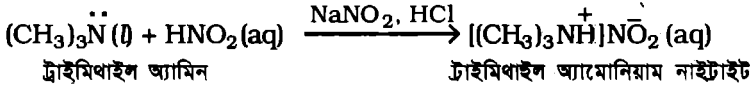
(ক) (১) অ্যালিফেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন, মিথাইল অ্যামিন (CH₃NH₂) ও নাইট্রাস এসিডের বিক্রিয়ায় বুদবুদ আকারে নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত করে ও অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। নাইট্রাস এসিড অস্থায়ী বলে সোডিয়াম নাইটাইট ও HCl এর মিশ্রণ বিক্রিয়াকালে ব্যবহৃত হয়। যেমন,



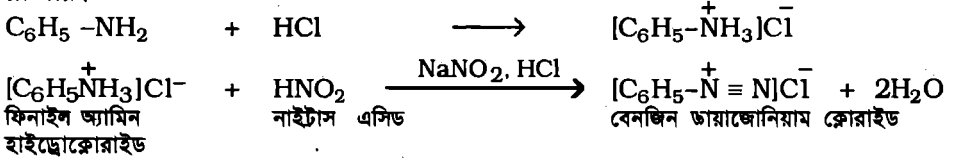
(২) অ্যালিফেটিক সেকেন্ডারি অ্যামিন যেমন, ডাইমিথাইল অ্যামিন (CH₃)₂NH নাইট্রাস এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে নাইট্রোসো-অ্যামিন নামক হলুদ বর্ণের তৈলাক্ত পদার্থ উৎপন্ন করে। কিন্তু N₂ গ্যাস নির্গত করে না।



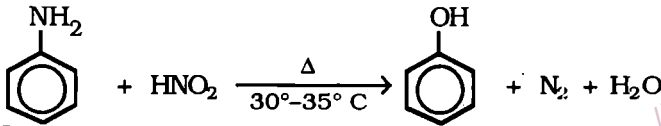
(৩) অ্যালিফেটিক টারসিয়ারি অ্যামিন যেমন, ট্রাইমিথাইল অ্যামিন এর অণুতে N-পরমাণুর সঙ্গে কোন সক্রিয় হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত না থাকায় তা HNO₂ এর সাথে কোন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয় না। এর পরিবর্তে ট্রাইঅ্যালকাইল অ্যামোনিয়াম নাইটাইট নামক দ্রবণীয় লবণ উৎপন্ন করে।



(খ) (১) অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন, ফিনাইল অ্যামিনকে নিম্ন তাপমাত্রায় (0°-5°C) হাইড্রোক্লোরিক এসিডে দ্রবীভূত করলে ফিনাইল অ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড উৎপন্ন হয় যা পরে নাইট্রাস এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড গঠন করে। অ্যালিফেটিক 1° অ্যামিন অনুরূপ স্থায়ী ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠন করে না। এ বিক্রিয়া দ্বারা 1° অ্যালিফেটিক ও 1° অ্যারোমেটিক অ্যামিনের মধ্যে পার্থক্য করা যায়।



উল্লেখ্য উদ্ভূত অবস্থায় ফিনাইল অ্যামিন নাইট্রাস এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ফেনল N₂ গ্যাস ও পানি উৎপন্ন করে।



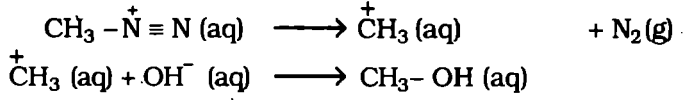
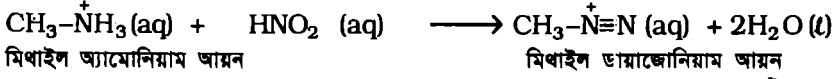
ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠনের সম্ভাব্যতা

অ্যালিফেটিক 1° অ্যামিন যেমন, CH₃NH₂ ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করে না, কিন্তু অ্যারোমেটিক 1° অ্যামিন যেমন, অ্যানিলিন ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করে। -এর ব্যাখ্যা।

অ্যালিফেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন, CH₃NH₂ ও নাইট্রাস এসিডের বিক্রিয়ায় 'মধ্যক' রূপে অস্থায়ী

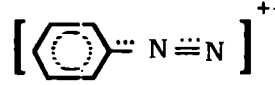
অ্যালকাইল যেমন, মিথাইল ডায়াজোনিয়াম আয়ন (CH₃-N⁺≡N) উৎপন্ন হয়; পরে এটি বিয়োজিত হয়ে N₂ গ্যাস ও কার্বোক্যাটায়ন যেমন, মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন (+CH₃) তৈরি করে। পরে দ্রবণে বিদ্যমান ঋণাত্মক উ. মা. রসায়ন (২য়)-৭১

আয়নের সাথে কার্বোক্যাটায়ন বা মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন যুক্ত হয়ে অ্যালকোহল, ইথার, ক্লোরো অ্যালকেন, নাইট্রো অ্যালকেন উৎপন্ন করে। যেমন,



অপরদিকে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম আয়ন ($\text{C}_6\text{H}_5-\overset{+}{\text{N}}\equiv\text{N}$) অ্যালকাইল যেমন, মিথাইল ডায়াজোনিয়াম আয়ন ($\text{CH}_3-\overset{+}{\text{N}}\equiv\text{N}$) এর তুলনায় অধিকতর স্থিতিশীল। এর কারণ হল বেনজিন বলয়ের পাই (π) ইলেকট্রনের সাথে ডায়াজোমূলক ($-\overset{+}{\text{N}}\equiv\text{N}$) এর অনুরণন বা রেজোন্যান্স গঠন, তা নিম্নের অরবিটাল চিত্র দ্বারা দেখানো হল :

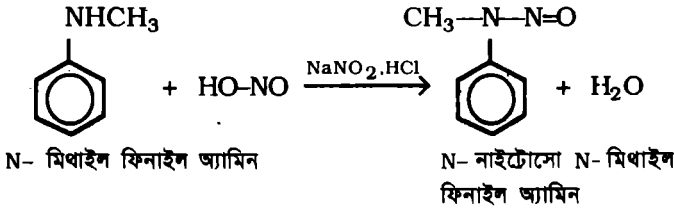
চিত্র ১০.৭ থেকে সুস্পষ্ট যে, এক্ষেত্রে C-N বন্ধনটিতে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে বন্ধন স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করেছে। তাই অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠন করে।



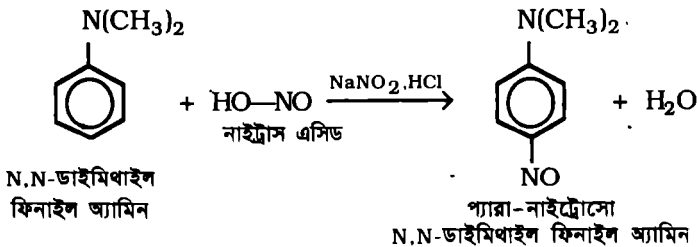
চিত্র ১০.৭ : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম আয়নের রেজোন্যান্স গঠন।

কিন্তু অ্যালকাইল বা মিথাইল ডায়াজোনিয়াম আয়ন অস্থিতিশীল হওয়ায় অ্যালিফেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন, মিথাইল অ্যামিন ডায়াজোনিয়াম যৌগ তৈরি করে না।

(২) অ্যারোমেটিক সেকেন্ডারি অ্যামিন যেমন, N-মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন (অ্যালিফেটিক সেকেন্ডারি অ্যামিনের ন্যায়) নাইটাস এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় হলুদ বর্ণের তৈলাক্ত N-নাইটোসো N-মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন উৎপন্ন করে। যেমন,



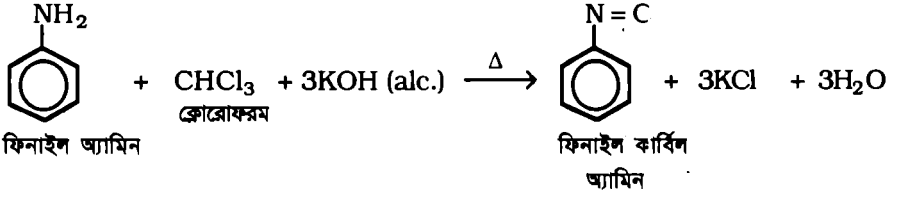
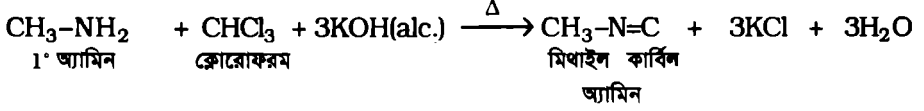
(৩) অ্যারোমেটিক টারসিয়ারি অ্যামিন যেমন, N,N-ডাইমিথাইল ফিনাইল অ্যামিন অ্যালিফেটিক টারসিয়ারি অ্যামিন থেকে ভিন্নতর বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। নাইটাস এসিডের সাথে অ্যারোমেটিক টারসিয়ারি অ্যামিনের বিক্রিয়া ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা এক্ষেত্রে নাইটোসো মূলক ($-\text{NO}$) বেনজিন চক্রে প্যারা অবস্থানে প্রবেশ করে। যেমন,



নাইটাস এসিডের সাথে অ্যালিফেটিক বা অ্যারোমেটিক প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যামিনসমূহের বিক্রিয়ায় ভিন্ন ভিন্ন উৎপাদ উৎপন্ন হয়। তাই এ বিক্রিয়ার সাহায্যে অ্যালিফেটিক বা অ্যারোমেটিক তিন শ্রেণীর অ্যামিনকে শনাক্ত করা সম্ভব।

১০.১০.৪ কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া & 1° অ্যামিনের শনাক্তকরণ Carbylamine Test Reaction : Test for 1° Amine

ক্রোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় KOH দ্রবণের সাথে প্রাইমারি (অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক) অ্যামিনকে 60 -70° C. তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উগ্র গন্ধযুক্ত আইসো সায়ানাইড বা কার্বিল অ্যামিন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া দ্বারা শুধুমাত্র প্রাইমারি অ্যামিনের উপস্থিতি বা অস্তিত্ব প্রমাণ করা যায়।



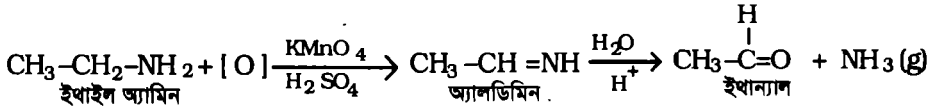
সেকেন্ডারি অ্যামিন ও টারসিয়ারি অ্যামিন কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা দেয় না।

উল্লেখ্য কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা দ্বারা 'ক্রোরোফরমের উপস্থিতি'ও নিশ্চিত করা যায়।

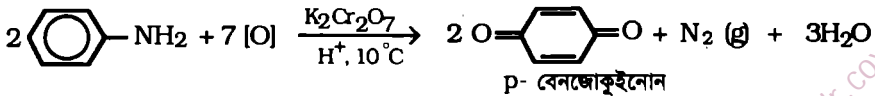
১০.১০.৫ অ্যামিনো মূলকের জারণ Oxidation of Amino-Group

সব ধরনের অ্যামিন সহজে জারিত হয়। অ্যামিনের গঠন ও জারক পদার্থের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে অ্যামিন মূলক জারিত হয়ে ভিন্ন ভিন্ন যৌগ উৎপন্ন হয়। যেমন,

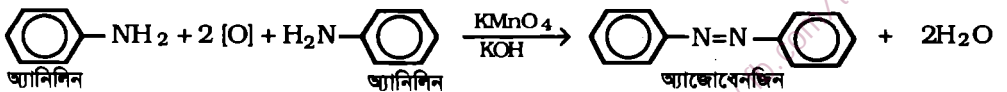
১। অম্লীয় জারকসহ : (ক) প্রাইমারি অ্যালিফেটিক অ্যামিন যেমন, ইথাইল অ্যামিন অম্লীয় KMnO₄ দ্বারা জারিত হয়ে ইথান্যাল ও NH₃ উৎপন্ন করে।



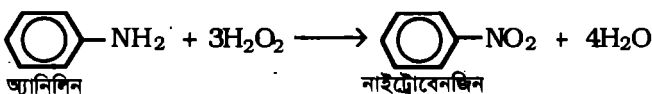
(খ) প্রায় 5 -10°C উষ্ণতায় অ্যানিলিন ও অম্লীয় জারক যেমন, লঘু H₂SO₄ মিশ্রিত K₂Cr₂O₇ দ্বারা জারিত হয়ে প্যারা বেনজো কুইনোন, নাইট্রোজেন ও পানি উৎপন্ন হয়।



২। ক্ষারীয় KMnO₄ সহ : ক্ষারীয় KMnO₄ দ্বারা অ্যানিলিনের জারণের ফলে অ্যাজো বেনজিন উৎপন্ন হয়।



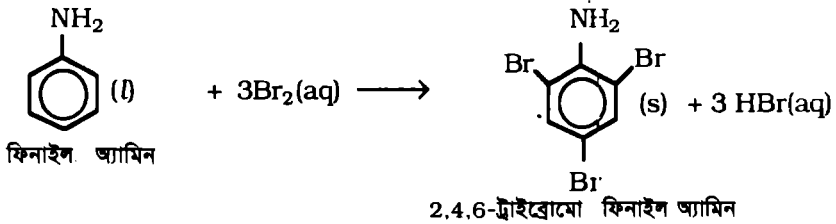
৩। H₂O₂ সহ জারণ : অ্যানিলিনকে হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড সহযোগে জারিত করলে নাইট্রোবেনজিন ও পানি উৎপন্ন হয়।



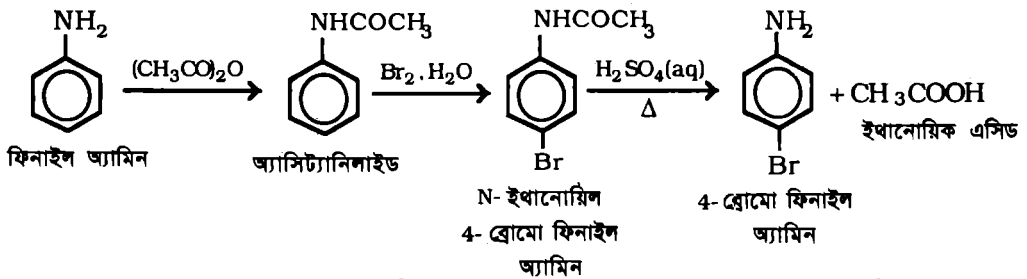
১০.১০.৬ অ্যানিলিনের বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া Substitution in Benzene ring of Aniline

ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : বেনজিন বলয়ে অ্যামিনো ($-NH_2$) মূলক অর্থাৎ এবং প্যারা অবস্থানে ইলেকটন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। এ কারণে ফিনাইল অ্যামিনের বেনজিন বলয় অত্যন্ত সক্রিয় হয় এবং $-NH_2$ মূলকের সাপেক্ষে অর্থাৎ এবং প্যারা অবস্থানে দ্বিতীয় প্রতিস্থাপক প্রবেশ করে। যেমন,

(১) অ্যানিলিনে হ্যালোজেনেশন : অ্যারোমেটিক অ্যামিন ফ্লোরিন বা ব্রোমিন পানির সাথে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। যেমন, ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন ব্রোমিন পানির সাথে দ্রুত বিক্রিয়া করে ২, ৪, ৬-ট্রাইব্রোমো ফিনাইল অ্যামিনের সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। অ্যামিনো মূলক দ্বারা বেনজিন বলয় খুব বেশি সক্রিয় হওয়ায় একই সঙ্গে দুটি অর্থাৎ ও একটি প্যারা স্থানে হ্যালোজেন প্রবেশ করে। কক্ষতাপমাত্রায় ও হ্যালোজেন বাহক ছাড়া এ বিক্রিয়া ঘটে।

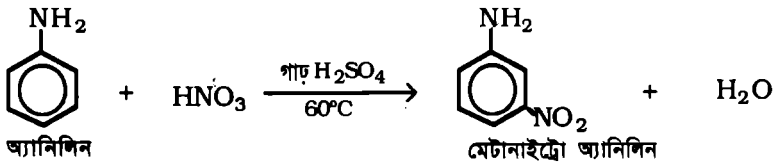


(২) মনো ব্রোমো অ্যানিলিন প্রস্তুতির জন্য প্রথমে ফিনাইল অ্যামিনকে অ্যাসাইলেশন করে N-ইথানোয়িল ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যাসিট্যানিলাইডে পরিণত করা হয় (CH_3CONH- মূলক কম সক্রিয়কারী মূলক)। পরে অ্যাসিট্যানিলাইডকে ব্রোমিন পানি দ্বারা ব্রোমোনেশন করলে ২- এবং ৪- ব্রোমো যৌগ উৎপন্ন হয়। শেষে লঘু H_2SO_4 সহযোগে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে প্রধানত ৪- ব্রোমো ফিনাইল অ্যামিন পাওয়া যায়।



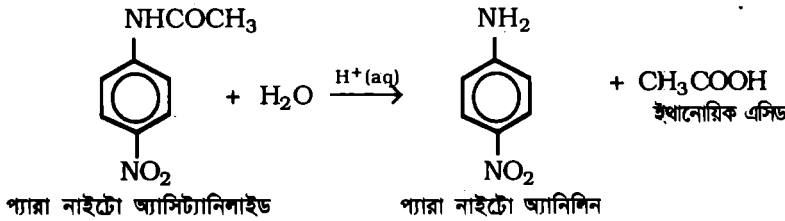
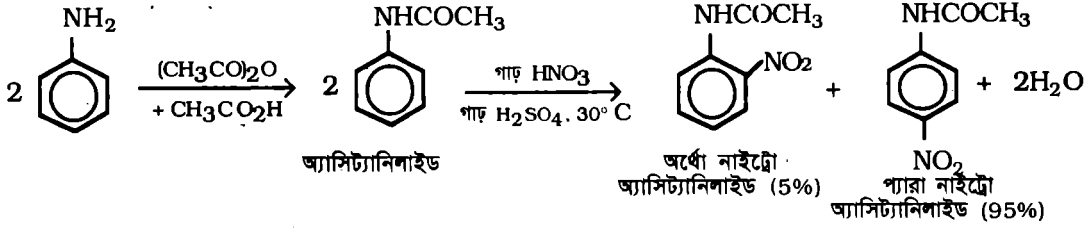
আবার $0^\circ C$ তাপমাত্রায় CS_2 দ্রাবকে দ্রবীভূত Br_2 দ্রবণ ও অ্যানিলিনের বিক্রিয়ায় অর্থাৎ ও প্যারা ব্রোমো অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়।

(৩) অ্যানিলিনে নাইট্রেশন : অ্যানিলিনকে $60-70^\circ C$ তাপমাত্রায় গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 সহ উত্তপ্ত করলে কিছু পরিমাণ মেটানাইট্রো অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়।

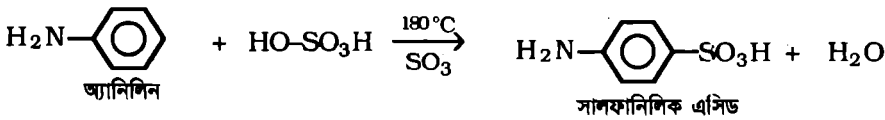


অ্যামিনোমূলক ($-NH_2$) অর্থাৎ-প্যারা নির্দেশক হলেও একেত্রে মেটা-অবস্থানে নাইট্রেশন ঘটানোর কারণ হল, অ্যানিলিনের সঙ্গে এসিডের বিক্রিয়ায় প্রথমে অ্যানিলিনিয়াম আয়ন ($C_6H_5NH_3^+$) উৎপন্ন হয় এবং এটি মেটা নির্দেশক। তাই অ্যানিলিনের নাইট্রেশনে মেটা নাইট্রো অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়। তবে অ্যামিনোমূলকে অ্যাসিটাইলকরণের পর নাইট্রেশন করলে অর্থাৎ ও প্যারা উৎপাদ পাওয়া যায়।

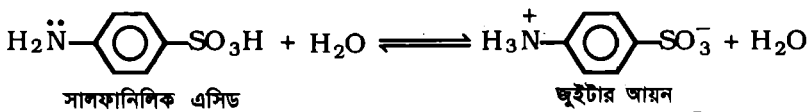
(৪) অর্ধো-প্যারা নাইট্রো অ্যানিলিন প্রস্তুতি : ফিনাইল অ্যামিনকে প্রথমে অ্যাসিটাইলকরণ করে N ইথানোয়িল ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যাসিট্যানিলাইডে পরিণত করা হয়। অতঃপর অ্যাসিট্যানিলাইডকে গাঢ় HNO₃ ও গাঢ় H₂SO₄ এর মিশ্রণ দ্বারা নাইট্রেশন করা হয়। যেহেতু -NHCOCH₃ মূলকটি অর্ধো ও প্যারা নির্দেশক। তাই অর্ধো ও প্যারা নাইট্রো অ্যাসিট্যানিলাইড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন সমাগু দুটিকে পৃথক করে লঘু H₂SO₄ দ্বারা অর্ধ বিশ্লেষণ করলে অর্ধো নাইট্রো অ্যানিলিন এবং প্যারা নাইট্রো অ্যানিলিন বা 4- নাইট্রো ফিনাইল অ্যামিন পাওয়া যায়।



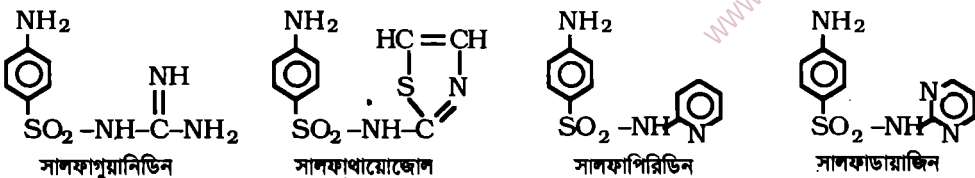
(৫) অ্যানিলিনে সালফোনেশন : অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিনকে ধূমায়িত সালফিউরিক এসিডের সাথে 180°—200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উভয়ের বিক্রিয়ার ফলে 4-অ্যামিনো বেনজিন সালফোনিক এসিড বা সালফানিলিক এসিড ও পানি উৎপন্ন হয়।



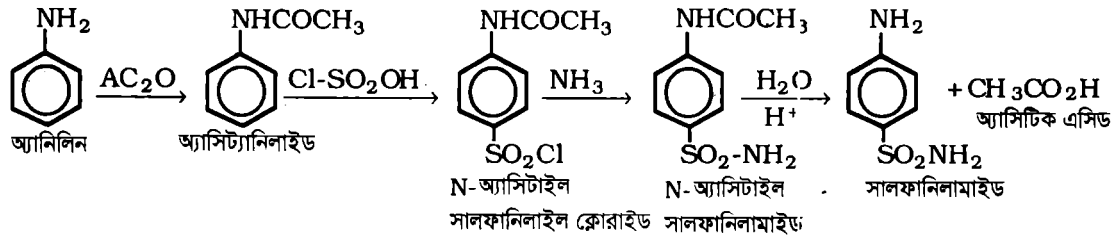
বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার : (১) সালফানিলিক এসিড জলীয় দ্রবণে ‘জুইটার আয়ন’ গঠন করতে পারে। কারণ একই অণুতে ক্ষারধর্মী -NH₂ মূলক ও অম্লীয় -SO₃H মূলক বর্তমান।



(২) ব্যাকটেরিয়াজনিত প্রদাহে ব্যবহৃত ‘সালফা ড্রাগ’ যেমন, স্ট্রেপ্টোকোকাল জীবাণুনাশক 4-অ্যামিনো বেনজিন সালফোন্যামাইড বা সালফানিলামাইড প্রস্তুতিতে সালফানিলিক এসিড ব্যবহৃত হয়। সালফানিলামাইডের গাঠনিক সংকেত হল H₂N-C₆H₄-SO₂NH₂। সালফাড্রাগস নামে পরিচিত এর বিভিন্ন জাতক হল সালফাগুয়ানিডিন, সালফাথাযোজোল, সালফাডায়াজিন, সালফাপিরিডিন (নিউমোনিয়া জীবাণুনাশক)। সালফাগুয়ানিডিন পাকস্বলীর রোগে, সালফাডায়াজিন ও সালফা থায়োজোল সাধারণভাবে মাইক্রোবায়োল জীবাণু (microbial agents) এর বিরুদ্ধে ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি সালফাড্রাগ শরীরের মধ্যে প্রকৃতপক্ষে মুক্ত সালফানিলামাইডে পরিণত হয় ও জীবাণু থেকে নিঃসৃত এন্জাইমের ক্রিয়ায় বাধা দান করে।



(৬) সালফানিলামাইড প্রস্তুতি : অ্যানিলিন থেকে নিম্নোক্ত ধাপে সালফানিলামাইড প্রস্তুত করা হয় : (১) প্রথমে অ্যানিলিনকে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (AC_2O) দ্বারা অ্যাসিটাইলকরণে অ্যাসিট্যানিলামাইড গঠন (২) তাকে ক্লোরো সালফোনিক এসিড সহযোগে N-অ্যাসিটাইল সালফানিলামাইড ক্লোরাইডে রূপান্তর (৩) তাকে NH_3 এর সাথে বিক্রিয়ায় N-অ্যাসিটাইল সালফানিলামাইড গঠন (৪) শেষে লঘু HCl এর উপস্থিতিতে অ্যাসিটাইল মূলকের আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটিয়ে সালফানিলামাইডের সাদা কেলাস পাওয়া যায়।



১০.১১ কতগুলো অ্যামিনের ব্যবহার

Uses of some Amines

(ক) মিথাইল অ্যামিন হিমায়ক (refrigerant) রূপে এবং চামড়া শিল্পে লোমনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়। কতিপয় রঞ্জক, ওষুধ, কৃত্রিম ময়লা পরিষ্কারক ও কোয়ারটারনারি অ্যামোনিয়াম যৌগ প্রস্তুতিতেও মিথাইল অ্যামিন ব্যবহৃত হয়। পশুর খাদ্যে ব্যবহৃত কোলিনক্লোরাইড প্রস্তুতিতে মিথাইল অ্যামিন ব্যবহৃত হয়।

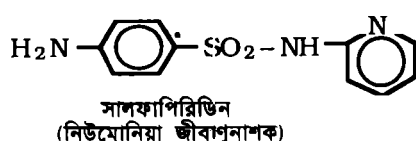
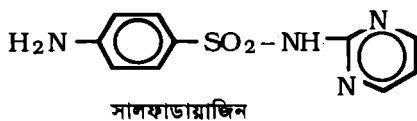
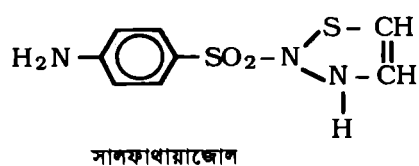
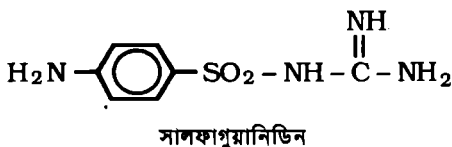
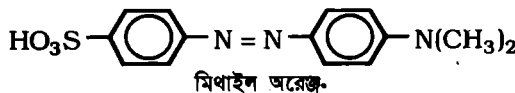
(খ) ইথাইল অ্যামিন ইমালশন, ময়লা পরিষ্কারক প্রস্তুতিতে শিল্পে ব্যবহৃত হয়। রঞ্জক, মরিচারোধী রাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুতিতেও এটি ব্যবহৃত হয়। পরীক্ষাগারে বিজ্ঞারক হিসেবে ইথাইল অ্যামিন ব্যবহৃত হয়।

(গ) ডাইমিথাইল অ্যামিন চামড়া শিল্পে লোমনাশকরূপে এবং রাবার ভলকেনাইজেশন প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। দীর্ঘ কার্বন শিকলযুক্ত অ্যালিফেটিক অ্যামিন থেকে উৎপন্ন কোয়ারটারনারি অ্যামোনিয়াম লবণ ডিটারজেন্ট উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। এর অন্যতম উদাহরণ হল N-হেপ্তাডেকাইল ট্রাইমিথাইল অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড।

(ঘ) কৃত্রিম তন্তু যেমন, নাইলন ৬ : ৬ তৈরিতে হেপ্তামিথিলিন ডাইঅ্যামিন, $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) ফিনাইল অ্যামিন নানাবিধ রঞ্জক ও পলিমার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে একে দ্রাবক রূপেও ব্যবহার করা হয়। রাবার শিল্পে, ওষুধ যেমন, সালফাড্রাগ (সালফানিলামাইড) প্রস্তুতিতে এটি ব্যবহৃত হয়। ফিনাইল অ্যামিন থেকে বিভিন্ন ধরনের যৌগ যেমন, ফটোগ্রাফিক কেমিক্যাল (হাইড্রোকুইনোল), N-ইথানোয়িল ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যাসিট্যানিলামাইড, সালফানিলিক এসিড, নাইটো ফিনাইল অ্যামিন প্রভৃতি প্রস্তুত করা হয়।

(চ) N-মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন বিভিন্ন ধরনের রঞ্জক যেমন, মিথাইল অরেঞ্জ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। ডাই ফিনাইল অ্যামিন রঞ্জক প্রস্তুতিতে এবং বিস্ফোরক দ্রব্য প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়।



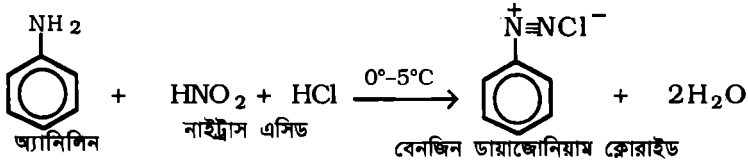
সালফাগুয়ানিডিন পাকস্থলীর রোগে, সালফাডায়াজিন ও সালফা থায়োজোল সাধারণভাবে microbial agents এর বিরুদ্ধে ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি সালফা-ড্রাগস্ প্রকৃতপক্ষে মুক্ত সালফানিলামাইডে পরিণত হয় ও জীবাণু থেকে নিঃসৃত এনজাইমের ক্রিয়ায় বাধা দান করে।

ডায়াজোনিয়াম লবণ, (DIAZONIUM SALTS)

১০.১২ ডায়াজোনিয়াম লবণের সংজ্ঞা

Definition of Diazonium Salts

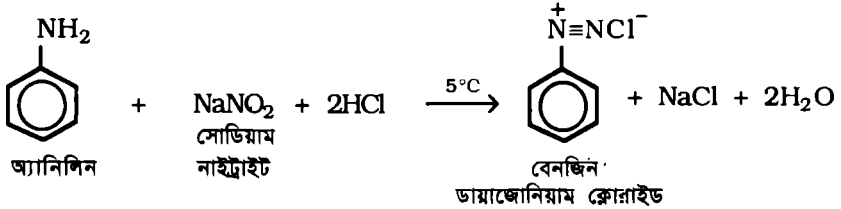
প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন যেমন অ্যানিলিনকে 0°- 5°C নিম্ন তাপমাত্রায় হাইড্রোক্লোরিক এসিড বা সালফিউরিক এসিডে দ্রবীভূত করে, উক্ত দ্রবণে সোডিয়াম নাইটাইট (NaNO₂) দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে NaNO₂ ও প্রদত্ত এসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রাস এসিড (HNO₂) উৎপন্ন হয়। পরে অ্যানিলিন, নাইট্রাস এসিড ও HCl এসিডসহ (বা সালফিউরিক এসিডসহ) বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণকে ডায়াজোনিয়াম লবণ বলে। ডায়াজোনিয়াম লবণ প্রস্তুতির এ প্রক্রিয়াকে ডায়াজোটাইজেশন বা ডায়াজো বিক্রিয়া বলে। এ প্রকার উৎপন্ন লবণে দুটি নাইট্রোজেন পরমাণু যুক্ত ধনাত্মক ডায়াজোমূলক $-\overset{+}{N}=\overset{+}{N}$ থাকে এবং এর সাথে প্রদত্ত এসিডের একযোজী মূলক যেমন Cl⁻ আয়ন বা HSO₄⁻ আয়ন যুক্ত থাকে।



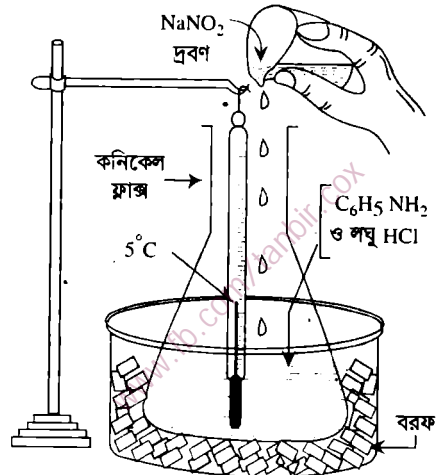
১০.১৩ পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি

Laboratory Method of Preparation of Diazonium salt

মূলনীতি : অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিনকে অভিরিক্ত পরিমাণ গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডে দ্রবীভূত করে এবং দ্রবণের তাপমাত্রাকে বরফ দ্বারা 5°C এর নিচে রাখা হয়। শেষে এর মধ্যে ধীরে ধীরে সোডিয়াম নাইটাইট (NaNO₂) দ্রবণ যোগ করলে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড, NaCl ও পানি উৎপন্ন হয়।



বর্ণনা : একটি কনিকেল ফ্লাস্কে 25 mL গাঢ় HCl এসিড ও প্রায় 75 mL পানির মিশ্রণের মধ্যে 10 mL ফিনাইল অ্যামিন দ্রবীভূত করা হয়। এরপর ফ্লাস্কটিকে বরফের মধ্যে রেখে এর তাপমাত্রা 5°C এর নিচে রাখা হয়। তখন ফ্লাস্কের মধ্যে সোডিয়াম নাইটাইটের জলীয় দ্রবণ (25 mL পানিতে 8 g NaNO₂) ধীরে ধীরে যোগ করা হয়। তখন মিশ্রণের তাপমাত্রা কোন ক্রমেই 10°C -এর ওপরে যেন না ওঠে। [তাপমাত্রা বেশি হলে ডায়াজোনিয়াম লবণ বিয়োজিত হয়ে ফেনল ও নাইট্রোজেন গ্যাসে পরিণত হয়।] NaNO₂ দ্রবণ যোগ করার সময় মাঝে মাঝে মিশ্রণের কয়েক ফোঁটা নিয়ে এতে স্টার্চ আয়োডাইড কাগজ সিক্ত করে দেখা হয়।



চিত্র ১০.৮ : পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি।

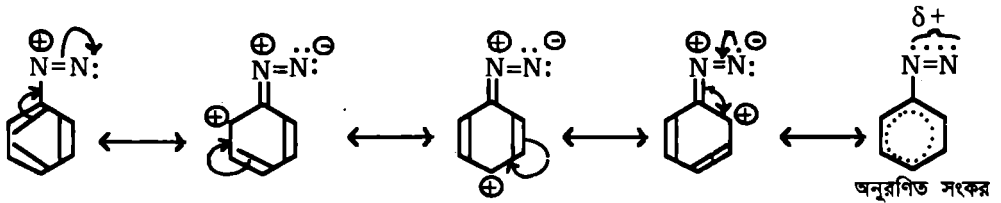
এ স্টার্চ আয়োডাইড কাগজ নীল হলে বুঝতে হবে যে, ডায়াজোটাইজেশন প্রক্রিয়া শেষ হয়েছে এবং মিশ্রণে মুক্ত নাইটাস এসিড বর্তমান আছে। এ অবস্থায় দ্রবণটি হালকা হলুদ বর্ণ ধারণ করে এবং উৎপন্ন ডায়াজোনিয়াম লবণ পানিতে দ্রবীভূত থাকে। এ ডায়াজোনিয়াম লবণের জলীয় দ্রবণ জৈব যৌগ সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়।

১০.১৪ বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের ভৌত ধর্ম Physical Properties of Diazonium Chloride

(১) বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড বর্ণহীন দানাদার কঠিন পদার্থ। (২) এটি পানিতে অতিমাত্রায় দ্রবণীয় ও দ্রবণে আয়নিত অবস্থায় থাকে। (৩) এটি অ্যালকোহল ও ইথারে প্রায় অদ্রবণীয়। (৪) শুষ্ক ডায়াজোনিয়াম লবণ তাপ ও আঘাতের প্রভাবে বিস্ফোরণ সহযোগে বিয়োজিত হয়। এ জন্য শুষ্ক লবণের পরিবর্তে ডায়াজোনিয়াম লবণের জলীয় দ্রবণকেই বিভিন্ন জৈব যৌগ সংশ্লেষণে ব্যবহার করা হয়।

১০.১৫ ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের রাসায়নিক ধর্ম Chemical Properties of Diazonium Chloride

সক্রিয়তা : নিম্নতাপমাত্রায় ও জলীয় দ্রবণে ডায়াজো আয়ন অনুরণন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সুস্থিত থাকে। ধনাত্মক ডায়াজো আয়নের চার্জ উভয় N-পরমাণুর মধ্যে বিস্তার লাভ করে। তখন N-পরমাণুর p অরবিটাল ও বলয়ের সংকরণশীল π ইলেকট্রনের মধ্যে সম্মিশ্রণে অনুরণন প্রক্রিয়াটি ডায়াজো মূলককে অংশীদারি করে নিম্নরূপ অনুরণন কাঠামো সহকারে সুস্থিতি প্রদান করে।

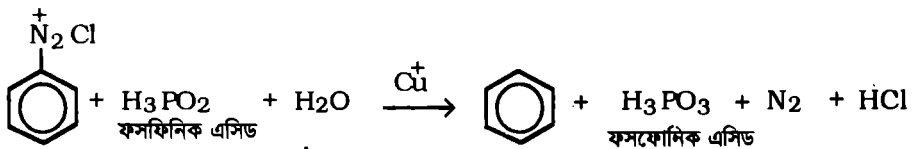


ডায়াজোনিয়াম লবণ অত্যন্ত সক্রিয় যৌগ। এর বিভিন্ন বিক্রিয়াকে তিন শ্রেণিতে আলোচনা করা হল। যেমন,

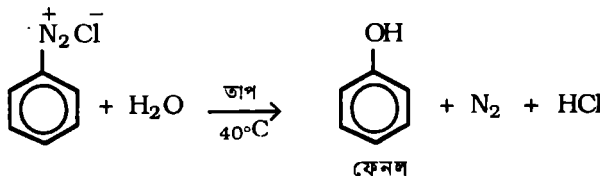
- (১) ডায়াজো মূলকের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া
- (২) ডায়াজো মূলকের বিজারণ বিক্রিয়া ও
- (৩) যুগল বিক্রিয়া।

১০.১৫.১ ডায়াজো মূলকের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া Substitution of Diazo Group

১। হাইড্রোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে কিউপ্রাস ক্লোরাইড ($CuCl$) প্রভাবকের উপস্থিতিতে ফসফিনিক এসিড (H_3PO_2) সহযোগে বিজারিত করলে বেনজিন উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়ার অতিরিক্ত উৎপাদনরূপে HCl এসিড ফসফোনিক (H_3PO_3), এসিড ও N_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়।

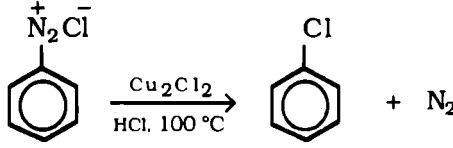


২। হাইড্রক্সিল ($-OH$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণকে সামান্য অম্লীয় অবস্থায় $40^\circ - 50^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে এর আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে ডায়াজো ($-N \equiv N$) মূলক পানির হাইড্রক্সিল ($-OH$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে ফেনল, N_2 গ্যাস ও HCl উৎপন্ন হয়।



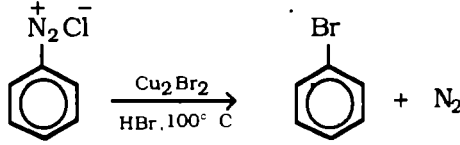
৩। হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন : স্যাণ্ডমেরার বিক্রিয়া : ডায়াজোনিয়াম লবণের সাথে সমপরিমাণ কিউপ্রাস হ্যালাইড ও অধিক পরিমাণ অনুরূপ হ্যালোজেন হাইড্রো-এসিড (যেমন, HCl বা, HBr এসিড) যোগ করে মিশ্রণটিকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে ডায়াজোনিয়াম লবণের ডায়াজো মূলক হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে হ্যালোবেনজিন ও N₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নামানুসারে স্যাণ্ডমেরার বিক্রিয়া বলে। যেমন,

(ক) ক্লোরোবেনজিন প্রস্তুতি : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে সমপরিমাণ কিউপ্রাস ক্লোরাইড ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিড মিশ্রিত করে ঐ মিশ্রণকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে ডায়াজোনিয়াম লবণের ডায়াজো মূলক ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে ক্লোরোবেনজিন ও N₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়।



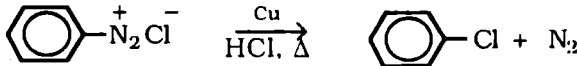
ক্লোরোবেনজিন

(খ) ব্রোমোবেনজিন প্রস্তুতি : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে সমপরিমাণ কিউপ্রাস ব্রোমাইড ও গাঢ় হাইড্রোব্রোমিক এসিড মিশ্রিত করে ঐ মিশ্রণকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে ডায়াজোনিয়াম লবণের ডায়াজো মূলক ব্রোমিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে ব্রোমোবেনজিন ও N₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়।



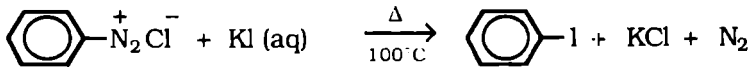
ব্রোমোবেনজিন

(গ) গ্যাটারম্যান বিক্রিয়া : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম লবণকে কপার চূর্ণ ও হ্যালোজেন হাইড্রোএসিডসহ উত্তপ্ত করলে ডায়াজোমূলক হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে হ্যালো বেনজিন উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়াকে গ্যাটারম্যান বিক্রিয়া বলে।



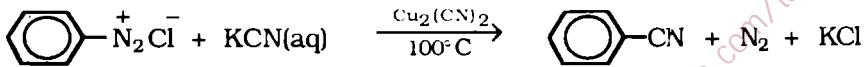
ক্লোরোবেনজিন

৪। আয়োডোবেনজিন সংশ্লেষণ : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণকে পটাসিয়াম আয়োডাইডসহ 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে আয়োডোবেনজিন, পটাসিয়াম ক্লোরাইড ও N₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ডায়াজো মূলক আয়োডিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



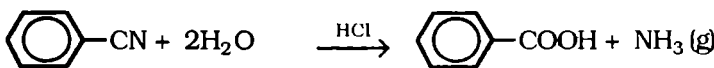
আয়োডোবেনজিন

৫। সায়ানাইড মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে পটাসিয়াম সায়ানাইডের জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত কিউপ্রাস সায়ানাইডসহ উত্তপ্ত করলে ডায়াজো মূলক সায়ানাইড (—CN) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে বেনজিন কার্বোনাইট্রাইল বা ফিনাইল সায়ানাইড, N₂ গ্যাস ও KCl উৎপন্ন হয়।



ফিনাইল সায়ানাইড

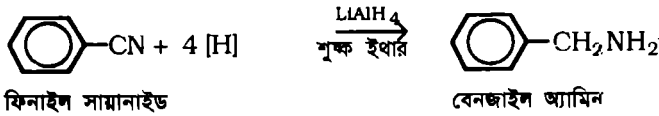
(ক) ফিনাইল সায়ানাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ : ফিনাইল সায়ানাইডকে অম্লীয় মাধ্যমে আর্দ্র-বিশ্লেষণ করলে বেনজোয়িক এসিড ও অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।



ফিনাইল সায়ানাইড

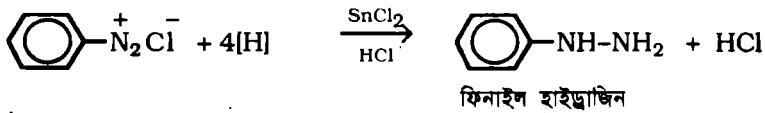
বেনজোয়িক এসিড

(খ) ফিনাইল সায়ানাইডের বিজারণ : আবার ফিনাইল সায়ানাইডকে শক্তিশালী বিজারক যেমন, শূক্ষ ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট (LiAlH_4) দ্বারা বিজারিত করলে বেনজাইল অ্যামিন উৎপন্ন হয়।

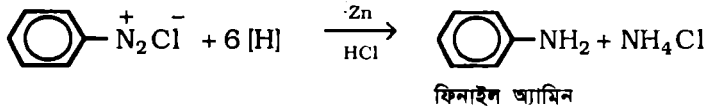


১০.১৫.২ ডায়াজো মূলকের বিজারণ (Reduction of Diazo Group)

১। ফিনাইল হাইড্রাজিনে বিজারণ : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে টিন (II) ক্লোরাইড ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড মিশ্রণ থেকে উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করলে ফিনাইল হাইড্রাজিন ও HCl উৎপন্ন হয়।



২। অ্যানিলিনে বিজারণ : শক্তিশালী বিজারক যেমন, Zn ও HCl মিশ্রণ অথবা শূক্ষ ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট (LiAlH_4) থেকে উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা ডায়াজোনিয়াম লবণকে বিজারিত করলে ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন ও NH_4Cl উৎপন্ন হয়।

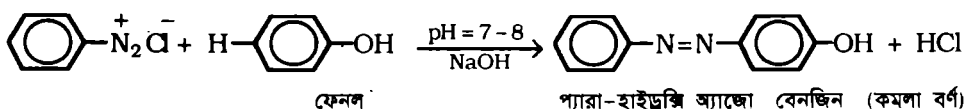


১০.১৫.৩ যুগল গঠন বা কাপলিং বিক্রিয়া Coupling Reaction

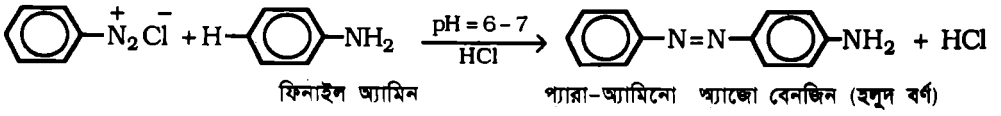
সংজ্ঞা : অ্যারোমেটিক ডায়াজোনিয়াম আয়নসমূহ যেমন, বেনজিন ডায়াজোনিয়াম আয়ন, $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2^+$ হল দুর্বল ইলেকট্রোফাইল। তাই ডায়াজোনিয়াম ক্যাটায়নসমূহ ফেনল ও অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সক্রিয় ইলেকট্রন সমৃদ্ধ প্যারা-অবস্থানে আক্রমণ করে দ্বিযোজী অ্যাজোমূলক ($-\text{N}=\text{N}-$) দ্বারা ফেনল অথবা প্রাইমারি অ্যামিনের বেনজিন বলয়ের সাথে যুক্ত হয়ে রঙিন অ্যাজো যৌগ গঠন করে। এরূপ বিক্রিয়াকে অ্যাজো-কাপলিং বা অ্যাজো-যুগল গঠন বিক্রিয়া বলে।

অ্যাজো-কাপলিং দ্বারা উৎপন্ন যৌগ উজ্জ্বল বর্ণ যুক্ত হয়; কারণ এসব যৌগে দ্বিবন্ধনযুক্ত অ্যাজো মূলক ($-\text{N}=\text{N}-$) দ্বারা আলোক শোষিত হয়। তাই এদেরকে রঞ্জক বা ডাইরুপে ব্যবহার করা হয়। ফেনলের সাথে কাপলিং বিক্রিয়া সামান্য ক্ষারীয় মাধ্যমে (pH = 7 - 8) এবং অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সাথে সামান্য অম্লীয় মাধ্যমে (pH = 6 - 7) ঘটে থাকে। এসব অ্যাজো-কাপলিং বিক্রিয়া দ্বারা ডায়াজোনিয়াম লবণের শনাক্তকরণ করা যায়। যেমন,

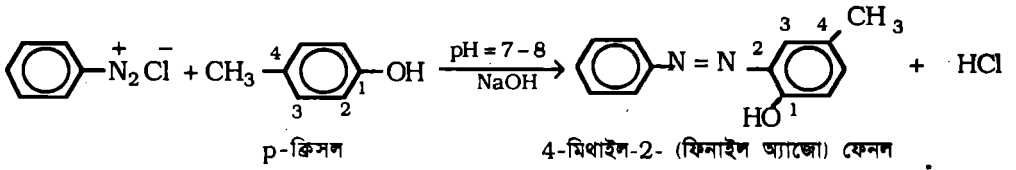
উদাহরণ-১। অতি লঘু ক্ষারীয় দ্রবণে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম লবণের সাথে ফেনল বিক্রিয়া করলে দুটি বেনজিন বলয় দ্বিযোজী অ্যাজো মূলক ($-\text{N}=\text{N}-$) দ্বারা যুক্ত হয়ে কমলা বর্ণের প্যারা-হাইড্রক্সি অ্যাজো বেনজিন গঠিত হয়। এটা একটি কাপলিং বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়া দ্বারা ডায়াজোনিয়াম লবণ শনাক্ত করা যায়।



উদাহরণ-২। অতি লঘু অম্লীয় দ্রবণে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ও ফিনাইল অ্যামিনের বিক্রিয়ায় হালুদ বর্ণের প্যারা-অ্যামিনো অ্যাজো বেনজিন উৎপন্ন হয়। এটা একটি কাপলিং বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়া দ্বারা ডায়াজোনিয়াম লবণ শনাক্ত করা যায়।



উল্লেখ্য, ফেনল ও অ্যামিনের প্যারা অবস্থান ফাঁকা না থাকলে অর্থাৎ অন্য মূলক থাকলে তখন অর্ধে অবস্থানে অ্যাজো-যুগল গঠন হয়ে থাকে। যেমন,



১০.১৬ অ্যাজো-রঞ্জক বা ডাই (Azo-dye or dye)

রঞ্জক পদার্থ ও এদের গঠন : জৈব যৌগের অণুতে পাই (π) বন্ধনযুক্ত বিশেষ কিছু মূলক যেমন, নাইট্রোসো (-NO) মূলক, নাইট্রো (-NO₂) মূলক, দ্বিবন্ধনযুক্ত অ্যাজোমূলক (-N=N-) ইত্যাদি থাকলে ঐ যৌগ রঙিন হয়। তাই রং সৃষ্টিকারী মূলকসমূহকে ক্রোমোফোর (Chroma = রং, Phoros = ধারণ করা) এবং ঐ মূলকধারী জৈব অণুকে ক্রোমোজেন বলা হয়।

আবার কিছু কিছু মূলক ক্রোমোফোরের সাথে একত্রে জৈব অণুতে উপস্থিত থেকে গাঢ় রং সৃষ্টিতে সহায়তা করে; এ মূলকসমূহকে তিনি অক্সোক্রোম নাম দেন। যেমন, -OH, -NH₂, -NHR এবং -NR₂ ইত্যাদি হল অক্সোক্রোম। উদাহরণস্বরূপ নাইট্রো বেনজিন হালকা হালুদ বর্ণের, কিন্তু নাইট্রো ফেনল গাঢ় হালুদ এবং নাইট্রো ফিনাইল অ্যামিন কমলা বর্ণের। উভয় যৌগে -NO₂ মূলকের সাথে বর্ণ সৃষ্টির সহায়করূপে -OH মূলক ও -NH₂ মূলক অক্সোক্রোমের ভূমিকা রেখেছে।

আধুনিক মতবাদ অনুসারে পাই (π) বন্ধনযুক্ত বিশেষ মূলক (ক্রোমোফোর) সংবলিত যে সব যৌগ দৃশ্যমান আলোক তরঙ্গমালা (380 - 700 nm) থেকে নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক শোষণ করে এবং দৃশ্যমান আলোকের অবশিষ্ট আলোক সম্পূরক তরঙ্গমালা নির্দিষ্ট বর্ণ নিয়ে আমাদের চোখে প্রতিফলিত হয়, তাদেরকে রঙিন পদার্থ বলে।

রঙিন পদার্থ দু শ্রেণীতে বিভক্ত; যেমন, (১) রং (Paint) ও (২) রঞ্জক (dye)। যে সব রঙিন পদার্থকে কোন বস্তুর পৃষ্ঠতলে আস্তরণ হিসেবে লাগানো হয় তাদের রং বা পেইন্ট বলে। কাঠের ওপর ও দেওয়ালে পেইন্ট করা হয়। অপরদিকে যে সব রঙিন যৌগ ভৌত বা রাসায়নিক বন্ধন দ্বারা সুতা বা সর্শশিষ্ট পদার্থের সাথে আবদ্ধ হতে পারে, কেবল তাদেরকে ডাই বা রঞ্জক পদার্থ বলা হয়। যেমন, কাপড় ও সুতাকে বিভিন্ন রঞ্জক দ্বারা রঙিন করা হয়। বিভিন্ন শ্রেণীর ডাই বা রঞ্জক পদার্থের মধ্যে অ্যাজো রঞ্জক খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

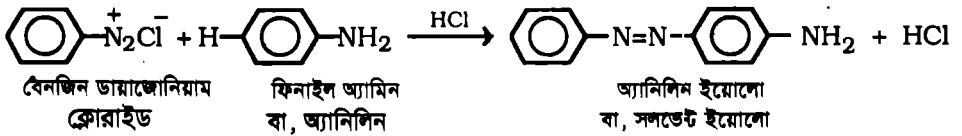
অ্যাজো রঞ্জক : সংজ্ঞা : অ্যাজো রঞ্জক হচ্ছে পলিনিউক্লিয়ার অ্যারোমেটিক যৌগ যার অণুতে ক্রোমোফোর বা রং সৃষ্টিকারী মূলকরূপে পাই (π) বন্ধন যুক্ত অ্যাজো (-N=N-) মূলক বিদ্যমান।

অ্যাজো রঞ্জক প্রস্তুতি দু ধাপে সম্পন্ন করা হয়। প্রথম ধাপে প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন থেকে সোডিয়াম নাইটাইট লবণ ও অধিক পরিমাণ গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে $0^{\circ}-6^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়া ঘটিয়ে ডায়াজোনিয়াম লবণ প্রস্তুত করা হয়। দ্বিতীয় ধাপে ডায়াজো লবণের সাথে ফেনল ও ন্যাফথল (ক্ষারীয় মাধ্যমে) অথবা অ্যারোমেটিক অ্যামিনের (অম্লীয় মাধ্যমে) কাপলিং বা যুগল বিক্রিয়া ঘটিয়ে ডাই বা রঞ্জক উৎপন্ন করা হয়।

নিম্নে ডায়াজো লবণের সাথে কাপলিং বিক্রিয়া ঘটিয়ে কয়েকটি ডাই বা রঞ্জক প্রস্তুতি দেখানো হল :

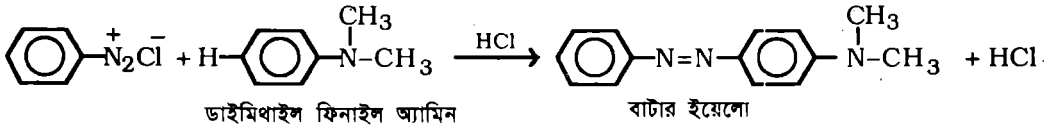
১০.১৭ অ্যাজো রঞ্জক প্রস্তুতি Preparation of Azodyes

১। অ্যানিলিন ইয়েলো (হলুদ) (Aniline Yellow) : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ও ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিনের মধ্যে অম্লীয় মাধ্যমে কাপলিং ঘটানো হয়, ফলে প্যারা অ্যামিনো অ্যাজো বেনজিন বা অ্যানিলিন ইয়েলো উৎপন্ন হয়। এর অপর নাম সলভেন্ট ইয়েলো-১ (Solvent Yellow-1.)।



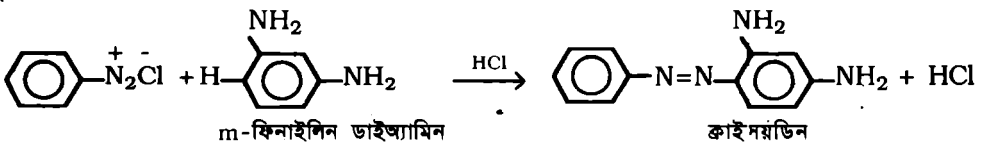
ব্যবহার : অ্যানিলিন ইয়েলো তৈল লাকার দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া অন্যান্য রঞ্জক প্রস্তুতিতে মাধ্যমিক যৌগ হিসেবে এর ব্যবহার আছে।

২। বাটার ইয়েলো (Butter Yellow) : এটা হল প্যারা-N,N-ডাইমিথাইল অ্যামিনো অ্যাজো বেনজিন। বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে N, N-ডাইমিথাইল ফিনাইল অ্যামিনের অম্লীয় মাধ্যমে কাপলিং ঘটিয়ে বাটার ইয়েলো রঞ্জক প্রস্তুত করা হয়।



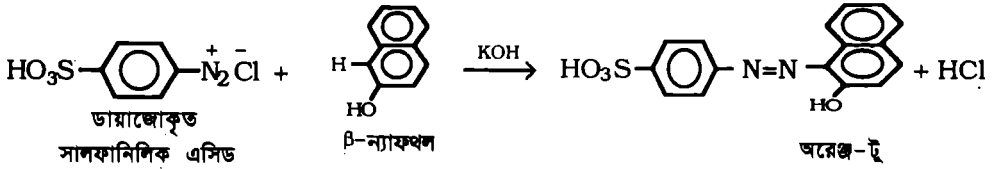
ব্যবহার : বাটার, মারগ্যারাইন (কৃত্রিম ঘি) ও তৈলের রঞ্জকরূপে বাটার ইয়েলো ব্যবহৃত হয়।

৩। ক্রাইসয়ডিন (Chrysoidine) : এটা হল 2, 4-ডাই অ্যামিনো অ্যাজো বেনজিন। বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে মেটাফিনাইলিন ডাইঅ্যামিন এর অম্লীয় মাধ্যমে কাপলিং ঘটিয়ে ক্রাইসয়ডিন রঞ্জক প্রস্তুত করা হয়।



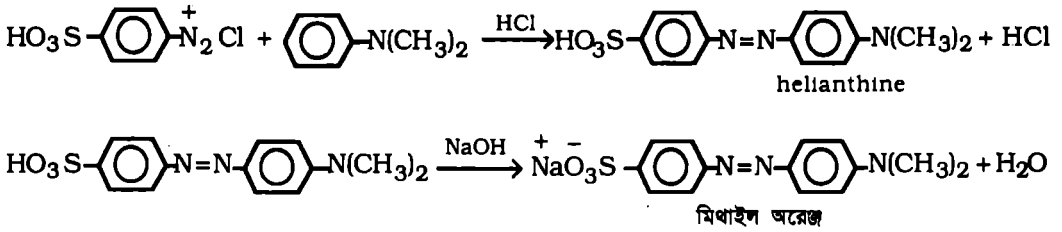
ব্যবহার : কমলা লাল বর্ণের ক্রাইসয়ডিন রঞ্জক পেপার, লেদার ও পাট প্রভৃতি রং করতে ব্যবহৃত হয়।

৪। অরেঞ্জ-টু (Orange-II) : 'অরেঞ্জ-টু' একটি বহুল ব্যবহৃত অ্যাজো রঞ্জক। ডায়াজোকৃত সালফানিলিক এসিড ও বিটা ন্যাফথল এর ক্ষারীয় মাধ্যমে কাপলিং ঘটিয়ে অরেঞ্জ-টু রঞ্জক প্রস্তুত করা হয়।

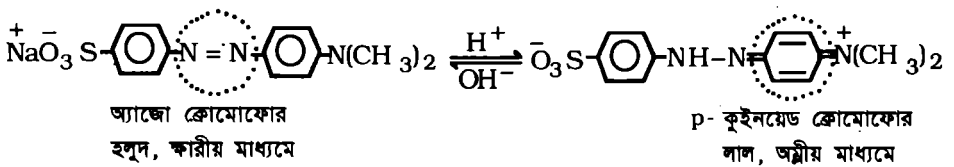


ব্যবহার : অরেঞ্জ-টু একটি উত্তম রঞ্জক। উল, সিল্ক, নাইলন, পোদার ও কাগজ শিল্পে অরেঞ্জ-টু রঞ্জকরূপে ব্যবহৃত হয়।

৫। মিথাইল অরেঞ্জ : মিথাইল অরেঞ্জ হল হেলিয়ানথাইন এর সোডিয়াম লবণ বা 4-N,N-ডাইমিথাইল অ্যামিনো অ্যাজো বেনজিন-4-সালফোনিক এসিডের সোডিয়াম লবণ। ডায়াজোকৃত সালফানিলিক এসিড ও N,N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিনের মধ্যে অম্লীয় মাধ্যমে কাপলিং ঘটিয়ে হেলিয়ানথাইন প্রস্তুত করা হয়। এর সাথে NaOH এর বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় সালফোনেট লবণ উৎপন্ন করা হয়।



ব্যবহার : অম্লীয় মাধ্যমে মিথাইল অরেঞ্জ ডাইরূপে ক্রিয়াশীল নয়, তাই এটি অল্প-ক্ষার টাইট্রেশন কালে নির্দেশকরূপে ব্যবহৃত হয়। অম্লীয় ও ক্ষার মাধ্যমে এর ক্রোমোফোর পরিবর্তিত হয়। ক্ষারীয় মাধ্যমে অ্যাজোমূলক (-N=N-) এবং অম্লীয় মাধ্যমে p-কুইনয়েড বলয়টি ক্রোমোফোর রূপে বর্ণ তৈরি করে।

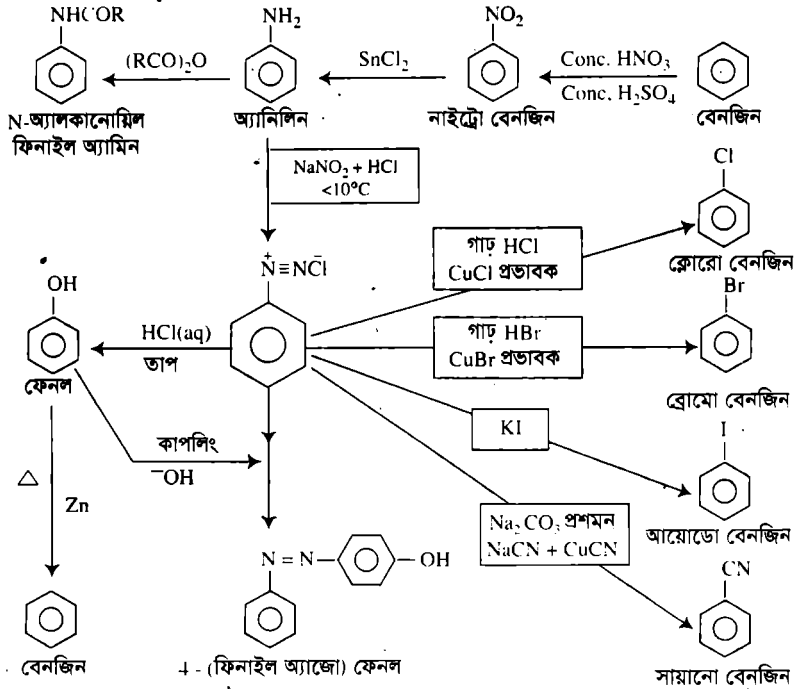
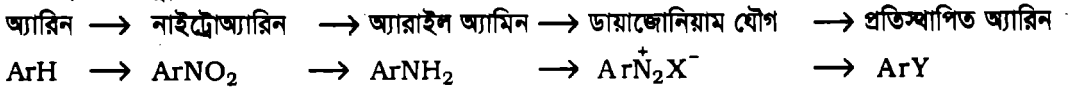


১০.১৮ ডায়াজোনিয়াম লবণের গুরুত্ব Importance of Diazonium Salt

রং শিল্পে ও জৈব যৌগ সংশ্লেষণে ডায়াজোনিয়াম লবণের অবদান বহুমুখী। ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে বিভিন্ন প্রকার অ্যাজো-রঞ্জক প্রস্তুত করা হয়। অপরদিকে ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর অ্যারোমেটিক যৌগ সংশ্লেষণ করা হয়। এসব সংশ্লেষিত যৌগের মধ্যে প্রায় সব শ্রেণীর অ্যারোমেটিক যৌগ রয়েছে। এসব যৌগ আবার শিল্প ক্ষেত্রে বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়।

যে সব অ্যারোমেটিক যৌগ সরাসরি বেনজিন থেকে প্রস্তুত করা যায় না, তাদেরকে সহজে ডায়াজোনিয়াম যৌগ থেকে প্রস্তুত করা যায়। হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে বিভিন্ন অ্যাপিফেটিক সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগ

প্রস্তুত করা সম্ভব। বেনজিন ডায়াজেনিয়াম লবণ থেকেও বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর অ্যারোমেটিক যৌগ নিম্ন তালিকা অনুযায়ী প্রস্তুত করা যায় :



চিত্র ১০.৯ : ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডের বিভিন্ন বিক্রিয়ার সর্ধক্ষপ্তসার

১০ম অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। অ্যামোনিয়া (NH_3) অণুর এক বা একাধিক H-পরমাণু সমসংখ্যক অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে অ্যামিন উৎপন্ন হয়। অ্যামিন অণুতে 1টি, 2টি বা 3টি অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক থাকলে তাদেরকে যথাক্রমে 1°, 2°, 3° অ্যামিন বলে। যেমন, RNH_2 , R_2NH , R_3N

২। অ্যামিনসমূহ পোলার ও পানির সাথে H বন্ধন করতে পারে; তাই এরা পানিতে দ্রবণীয়। অ্যামিনের N-পরমাণুতে বিদ্যমান নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল প্রোটন গ্রহণ করে লবণ তৈরি করে। অর্থাৎ অ্যামিনসমূহ ক্ষারধর্মী।
 $\text{R}-\text{NH}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{RNH}_3^+$ । অ্যামিনের ক্ষারধর্মিতার ক্রম হল : 2° অ্যামিন > 1° অ্যামিন > 3° অ্যামিন > NH_3 >> ArNH_2

৩। প্রস্তুতি : (১) $\text{R}-\text{OH}$ / $\text{R}-\text{X}$ এর সাথে NH_3 এর বিক্রিয়ায়, (২) নাইট্রাইল ও নাইট্রো যৌগকে বিজারিত করে, (৩) এসিড অ্যামাইডকে Br_2 ও KOH সহ উত্তপ্ত করে অ্যামিন প্রস্তুত করা যায়।

৪। অ্যালিফেটিক 1° অ্যামিনসমূহ HNO_2 এর সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল ও N_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। কিন্তু অ্যারোমেটিক 1° অ্যামিন HNO_2 এর সাথে $0^\circ - 5^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় ডায়াজেনিয়াম লবণ উৎপন্ন করে।

৫। ডায়াজেনিয়াম লবণ থেকে অ্যারাইল হ্যালাইড, সায়ানাইড ও কাপলিং প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন অ্যাজো রঞ্জক তৈরি করা যায়।

৬। $-NH_2$ মূলক বেনজিন বলয়ে 2, 4 অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে বেনজিন বলয়কে সক্রিয় করে, ফলে উক্ত স্থানে ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সহজে ঘটে।

৭। শিল্পক্ষেত্রে বিভিন্ন রঞ্জক, ওষুধ, পলিঅ্যামাইড বা নাইলন (কৃত্রিম তন্তু) ফেব্রিক কন্ডিশনার (অনুচ্ছেদ ৯.৩৩ দ্রষ্টব্য) ইত্যাদি উৎপাদনে, চামড়া শিল্পে লোমনাশকরূপে অ্যামিন ব্যবহৃত হয়। এছাড়া প্রাকৃতিক প্রক্রিয়ায় প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড সংশ্লেষণে অ্যামিনসমূহ অনন্য গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

অনুশীলনী-১০ ৪ প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। অ্যামিন কাকে বলে? প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যামিনের উদাহরণ দাও এবং এদের কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ২। (ক) অ্যালিফেটিক 1° অ্যামিন প্রস্তুতির দুটি সাধারণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
(খ) আরোমেটিক 1° অ্যামিন প্রস্তুতির দুটি সাধারণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ৩। (ক) পরীক্ষাগারে মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। [সি. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১০]
(খ) পরীক্ষাগারে ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। [ঢা. বো. ২০১১;
চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১১;
য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১]
- ৪। (ক) ডায়াজো বিক্রিয়া বা ডায়াজোটাউজেশন কী? [কু. বো. ২০০৭;
রা. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০]
(খ) পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি বর্ণনা কর। [ঢা. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১;
চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮; য. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- ৫। (ক) যুগল গঠন বা কাপলিং বিক্রিয়া কী? [চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১;
সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯]
(খ) যুগল বিক্রিয়া দ্বারা দুটি অ্যাজো ডাই প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

সমাণুতা

- ১। (ক) C_3H_9N আণবিক সংকেতের সমাণুগুলোর নাম ও গঠন সংকেত লেখ।
(খ) $C_4H_{11}N$ আণবিক সংকেতযুক্ত সমাণুগুলোর সমাণুতা আলোচনা কর।
(গ) C_7H_9N আণবিক সংকেতের সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও গঠন সংকেত লেখ। [রা. বো. ২০০৮]

টীকা লেখ, সংক্ষেপে

- ২। (ক) হফম্যান ডিগ্রেশন বা ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া। [ঢা. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০১০;
সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
(খ) কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা [কু. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৮]
(গ) সালফানিলিক এসিড প্রস্তুতি ও ব্যবহার
(ঘ) অ্যামিনসমূহের ব্যবহার
(ঙ) স্যান্ডমেরার বিক্রিয়া [সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০]
(চ) অ্যাজো রঞ্জক বা ডাই

সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর

- ৩। (ক) মিথাইল অ্যামিন অ্যামোনিয়া অপেক্ষা তীব্রতর ক্ষারক কেন? [ঢা. বো. ২০০৮; চ. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১০]
- (খ) মিথাইল অ্যামিন অপেক্ষা ডাইমিথাইল অ্যামিন তীব্র ক্ষারক কেন?
- (গ) ট্রাইমিথাইল অ্যামিন ডাইমিথাইল অ্যামিন অপেক্ষা দুর্বল ক্ষারক কেন?
- (ঘ) অ্যানিলিনের ক্ষারধর্মিতা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]
- (ঙ) অ্যানিলিন মিথাইল অ্যামিনের চেয়ে দুর্বল ক্ষারক কেন? [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০০৯]
- ৪। (ক) 1° , 2° ও 3° অ্যালিফেটিক অ্যামিনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা কীরূপে করা হয়? [কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০]
- (খ) ফিনাইল অ্যামিন ও মিথাইল অ্যামিনের পার্থক্য কীরূপে করা হয়? অথবা, অ্যালিফেটিক 1° অ্যামিন ও অ্যারোমেটিক 1° অ্যামিন কীভাবে শনাক্ত করা হয়? [ব. বো. ২০০৭; দি. বো. ২০১১]
- (গ) ডায়াজোনিয়াম লবণের শনাক্তকরণ কীভাবে করা হয়?
- ৫। (ক) $-\text{NH}_2$ মূলক অর্ধো-প্যারা নির্দেশক হওয়া সত্ত্বেও অ্যানিলিনকে নাইট্রেশন করলে মেটা যৌগ উৎপন্ন হয় কেন? (খ) মিথাইল অ্যামিন ডায়াজোনিয়াম যৌগ তৈরি করে না কেন?—ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২০১০; দি. বো. ২০০৯]
- (গ) কেবল অ্যারোমেটিক 1° অ্যামিন (যেমন, অ্যানিলিন) ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করে কেন?
- ৬। ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন থেকে কীরূপে নিম্নোক্ত যৌগ প্রস্তুত করা যায় :
- (ক) N-ফিনাইল ইথান্যামাইড, বা, অ্যাসিট্যানিলাইড [ঢা. বো. ২০০৯]
- (খ) ফেনল
- (গ) সালফানিলিক এসিড
- (ঘ) 2, 4, 6-ট্রাইব্রোমো ফিনাইল অ্যামিন [ব. বো. ২০১১]
- (ঙ) বেনজোয়িক এসিড
- (চ) 4-নাইট্রো অ্যানিলিন
- (ছ) ফিনাইল হাইড্রাজিন
- (জ) ফিনাইল কার্বিল অ্যামিন [চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১১]
- (ঝ) বেনজিন
- ৭। বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে নিম্নোক্ত যৌগের প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ :
- (ক) বেনজিন [ঢা. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০]
- (খ) ফেনল [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৮]
- (গ) ক্লোরোবেনজিন (ব্রোমোবেনজিন) [সি. বো. ২০০৯]
- (ঘ) সায়ানো বেনজিন বা বেনজিন কার্বোনাইট্রাইল
- (ঙ) বেনজোয়িক এসিড [চ. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৭]
- (চ) বেনজাইল অ্যামিন
- (ছ) অ্যানিলিন [চ. বো. ২০০৭]
- (জ) ফিনাইল হাইড্রাজিন [চ. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০]

৮। কীরূপে নিম্নোক্ত যৌগগুলো রূপান্তর করা যায়, তা সমীকরণসহ লেখ :

- (ক) নাইট্রোবেনজিন থেকে— ফিনাইল অ্যামিন
 (খ) অ্যানিলিন থেকে নাইট্রোবেনজিন
 (গ) বেনজ্যামাইড থেকে অ্যানিলিন
 (ঘ) নাইট্রোবেনজিন থেকে অ্যানিলিন

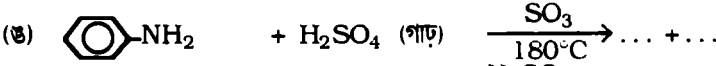
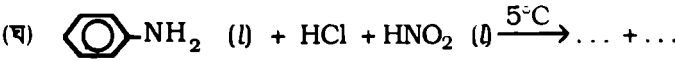
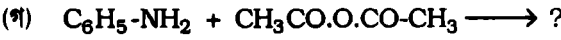
৯। নিম্নোক্ত বিক্রিয়ার সমীকরণ সম্পূর্ণ কর :



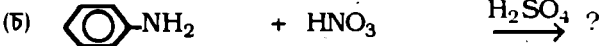
[চ. বো. ২০১১;

ঢা. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১]

(খ) R-NH_2 থেকে কীরূপে R-OH পাওয়া যায়?



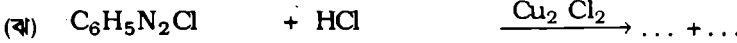
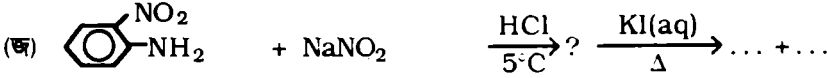
[চ. বো. ২০০৭]



[চ. বো. ২০১০]

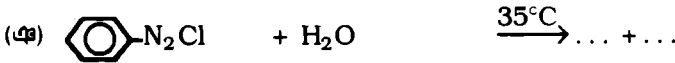


[য. বো. ২০১০]



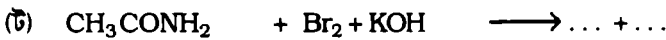
[ঢা. বো. ২০০৮;

চ. বো. ২০১০]



[ঢা. বো. ২০১১ ; চ. বো. ২০১০;

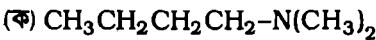
ব. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯]



[সি. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০০৯;

য. বো. ২০০৭]

১০। IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম ও গঠন সংকেত লেখ :



[সমাধান : 1-(N,N-ডাইমিথাইল অ্যামিনো)-বিউটেন।

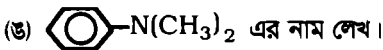


(গ) অ্যাসিট্যানিলাইড এর গাঠনিক সংকেত লেখ।

[য. বো. ২০১০]

(ঘ) N, N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিন-এর গাঠনিক সংকেত;

[রা. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০০৭]



[চ. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৯]

(চ) সালফানিলাইড এসিড এর গাঠনিক সংকেত লেখ।

[চ. বো. ২০০৯; কু. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০]

(ছ) সালফানিলামাইড এর গাঠনিক সংকেত লেখ।

[ঢা. বো. ২০১০]

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন

১। অ্যালকাইল অথবা অ্যারাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়াকে অ্যামিন বলা হয়। অ্যালকোহলের মত অ্যামিনসমূহ তিন শ্রেণীতে বিভক্ত। চামড়া শিল্পে লোমনাশকরূপে মিথাইল অ্যামিন ও ইথাইল অ্যামিন ব্যবহৃত হয়। হফম্যান ডিগ্রেশন পদ্ধতি দ্বারা অ্যালিফেটিক অ্যামিন প্রস্তুত করা সহজ। অ্যামোনিয়ার মত অ্যামিনসমূহ ক্ষারীয়।

- (ক) সালফানিলিক এসিড কী? ১
- (খ) C_7H_9N আণবিক সংকেতের চারটি অ্যারোমেটিক সমাণুর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, হফম্যান ডিগ্রেশন বিক্রিয়া কী? পরীক্ষাগারে হফম্যান ডিগ্রেশন পদ্ধতিতে মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুতি চিত্রসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) অ্যামোনিয়া ও মিথাইল অ্যামিনের ক্ষার ধর্মের তুলনামূলক আলোচনা কর।
(ii) অ্যানিলিন মিথাইল অ্যামিন অপেক্ষা দুর্বল ক্ষারক কেন তা ব্যাখ্যা কর। ৪

২। নানাবিধ রঞ্জক তৈরিতে, রাবার শিল্পে ও সালফাড্রাগ যেমন সালফানিলামাইড প্রস্তুতিতে অ্যানিলিন ব্যবহৃত হয়। অ্যারোমেটিক নাইট্রো যৌগের বিজারণ করে অ্যানিলিন প্রস্তুত করা যায়। অ্যানিলিনের বিশেষ বিক্রিয়ার মধ্যে ডায়াজো বিক্রিয়া ও কাপলিং বিক্রিয়া রয়েছে। নাইট্রাস এসিডের সাথে অ্যানিলিন ও তিন শ্রেণীর অ্যালিফেটিক অ্যামিনের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া আছে।

- (ক) N, N - ডাইমিথাইল অ্যানিলিন কী? ১
- (খ) ডায়াজো বিক্রিয়া বলতে কী বোঝায়? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, পরীক্ষাগারে অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিন প্রস্তুতির মূলনীতি ও বিক্রিয়ার বর্ণনা লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) মিথাইল অ্যামিন ও অ্যানিলিনের সাথে নাইট্রাস এসিডের বিক্রিয়ায় মূল পার্থক্য কি?
(ii) 1° , 2° , 3° - অ্যালিফেটিক অ্যামিনের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৪

৩। কটন, সিল্ক, নাইলন ইত্যাদির তন্তু রঙিন করতে ব্যবহৃত রঞ্জক পদার্থে, পেপার, লেদার প্রভৃতিকে রঙিন করতে, খাদ্যদ্রব্য কৃত্রিম ঘি ও তৈলের রঞ্জক পদার্থরূপে ব্যবহৃত সব যৌগে দ্বিবন্ধনযুক্ত অ্যাজোমূলক ($-N=N-$) থাকে। এসব রঙিন যৌগ তৈরিতে কাপলিং বিক্রিয়ার জন্য প্রাথমিক যৌগরূপে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম লবণ ব্যবহৃত হয়। অ্যারোমেটিক বিভিন্ন সমগোত্রীয় যৌগ ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে প্রস্তুত করা যায়।

- (ক) ক্লার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা কী? ১
- (খ) কাপলিং বা যুগল বিক্রিয়া বলতে কী বোঝায় উদাহরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, রঙিন যৌগ বা রঞ্জক পদার্থ তৈরিতে ব্যবহৃত বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের পরীক্ষাগার প্রস্তুত প্রণালী মূলনীতিসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে নিম্নোক্ত অ্যারোমেটিক যৌগ সংশ্লেষণ কর :
(i) বেনজিন, (ii) ফেনল (iii) ক্লোরো বেনজিন ও (iv) বেনজোয়িক এসিড। ৪

৪। রং শিল্পে ও জৈব যৌগ সংশ্লেষণে ডায়াজোনিয়াম লবণের অবদান বহুমুখী। মিথাইল অ্যামিন, অ্যানিলিন ও

অ্যামাইনো এসিডে কার্বার্মী-NH₂ মূলক আছে। এদের মধ্যে কেবল অ্যানিলিন ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করে।

- (ক) অ্যামাইনো এসিড কী? ১
- (খ) হফম্যান ডিগ্রেশন বিক্রিয়া দ্বারা উপরোক্ত -NH₂ মূলক যুক্ত তিন শ্রেণীর যৌগের কোন যৌগটি সংশ্লেষণ করা যায় - তা সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম লবণ প্রস্তুতির মূলনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) অ্যামাইনো এসিডের কার্বার্মিতার একটি বিক্রিয়া লেখ। (ii) মিথাইল অ্যামিন ও অ্যানিলিনের কার্বার্মিতার তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

৫। অ্যারোমেটিক 1°- অ্যামিন যেমন অ্যানিলিন রাবার ও গুঁড়ু শিল্পে, নানাবিধ রঞ্জক ও পলিমার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। অতি প্রয়োজনীয় এই অ্যানিলিন প্রস্তুত করা হয় নাইট্রো বেনজিন থেকে। কার্বার্মী অ্যানিলিন থেকে বিভিন্ন অ্যারোমেটিক যৌগ প্রস্তুত করা যায়। 1°- অ্যামিন শনাক্তকরণের বিশেষ বিক্রিয়াও আছে।

- (ক) বায়ো-অণু কী? ১
- (খ) মিথাইল অ্যামিন অ্যামোনিয়া অপেক্ষা তীব্রতর ক্ষারক কেন? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, পরীক্ষাগারে নাইট্রোবেনজিন থেকে অ্যানিলিন প্রস্তুতি চিত্রসহ বর্ণনা লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, অ্যানিলিন থেকে কীরূপে নিম্নোক্ত যৌগ সংশ্লেষণ করা যায় -
- (i) N - ফিনাইল ইথান্যামাইড বা অ্যাসিট্যানিলাইড (ii) 2, 4, 6 - ট্রাইব্রোমো ফিনাইল অ্যামিন
- (iii) উদ্দীপক মতে, 1°-অ্যামিন শনাক্তকরণ বিক্রিয়াটির নাম কী? ঐ বিক্রিয়া দ্বারা অপর কোন যৌগের উপস্থিতি নিশ্চিত করা সম্ভব? ঐ বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ। ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

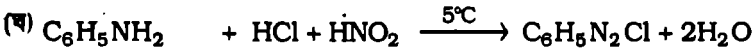
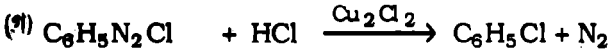
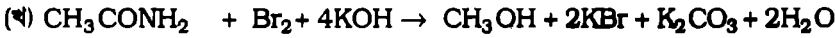
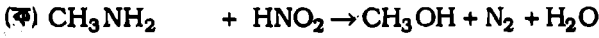
খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। নিচের কোনটি 2° - অ্যামিন?
- (ক) CH₃NH₂ (খ) CH₃CH₂NH₂ (গ) CH₃NHCH₃ (ঘ) C₆H₅NH₂
- ২। নিচের কোনটি অধিক কার্বার্মী হবে?
- (ক) NH₃ (খ) CH₃NH₂ (গ) (CH₃)₂NH (ঘ) C₆H₅NH₂
- ৩। নাইট্রাস এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় নিচের কোন যৌগ N₂ গ্যাস উৎপন্ন করে?
- (ক) C₆H₅NH₂ (খ) (CH₃)₂NH (গ) CH₃NH₂ (ঘ) (CH₃)₃N
- ৪। নিচের কোন যৌগ ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করতে সক্ষম?
- (ক) C₂H₅NH₂ (খ) C₆H₅NH₂ (গ) C₆H₅NHC₆H₅ (ঘ) CH₃NHCH₃
- ৫। অ্যানিলিন থেকে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লেরাইড তৈরিতে প্রয়োজন কোনটি?
- (ক) HCl.NaNO₃. 5°C (খ) NaNO₂. 5°C (গ) NaNO₂ + HCl. 5°C (ঘ) NaNO₃ + HCl. 5°C

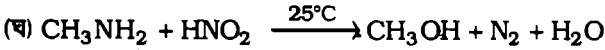
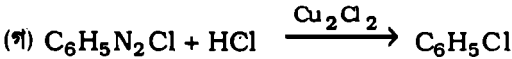
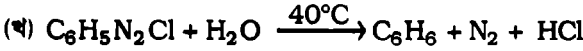
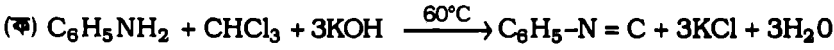
- ৬। ডায়াজো বিক্রিয়া শেষ হয়েছে কীনা নিশ্চিত হতে স্টার্চ আয়োডাইড কাগজ মিশ্রণে দিলে নীল বর্ণ হয় কেন?
 (ক) ডায়াজোনিয়াম লবণ আয়োডাইড কাগজ নীল করে (খ) জারণধর্মী অতিরিক্ত HNO_2 আয়োডিন মুক্ত হয়
 (গ) NaNO_2 দ্বারা KI বিজারিত হয় (ঘ) HCl এসিড KI থেকে I_2 উৎপন্ন করে

- ৭। অ্যামিনসমূহের বেলায় কোন তথ্যটি প্রযোজ্য নয়?
 (ক) প্রোটন ত্যাগ করে (খ) পোলার যৌগ (গ) পানিতে দ্রবণীয় (ঘ) পানি সহ H বন্ধন করে

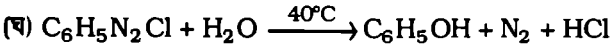
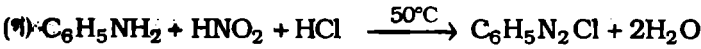
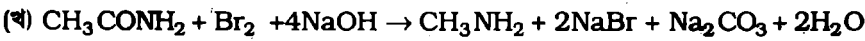
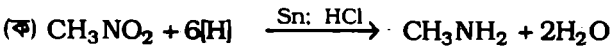
- ৮। নিচের কোন বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয়?



- ৯। নিচের কোন বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয়?



- ১০। নিচের কোন বিক্রিয়াটি সমীকরণ মতে সঠিক নয়?



খ-১ **MCQ** উত্তরমালা :

১। (গ), ২। (গ), ৩। (গ), ৪। (খ), ৫। (গ), ৬। (খ), (৭) (ক), ৮। (খ), ৯। (খ), ১০। (গ),

খ-২ : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন ও প্রয়োগস্তরের :

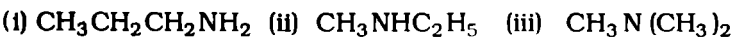
- ১। $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ আগবিক সংকেতের মেটামার সমাণুগুলো হল -



কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (iii) ও (ii) (ঘ) (ii)

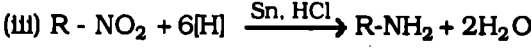
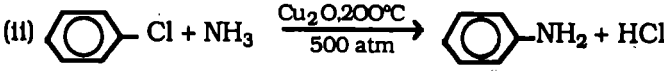
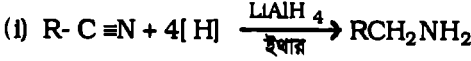
- ২। $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ আগবিক সংকেতযুক্ত বিভিন্ন শ্রেণীভুক্ত অ্যামিন সমাণু হল -



কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৩। প্রাইমারি অ্যামিন তৈরির সমীকরণ হল নিম্নরূপ :



কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i), (ii) ও (iii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

৪। তিনটি অ্যামিনের সংকেত pK_b সহ দেয়া হল।

- (i) CH_3NH_2 ($pK_b = 3.36$), (ii) $(CH_3)_2NH$ ($pK_b = 3.23$), (iii) $(CH_3)_3N$ ($pK_b = 9.4$)

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (i), ও (iii)

৫। নিচের কোন অ্যামিনের pK_b এর মান 9.4 ?

- (i) $(CH_3)_3N$ (ii) $(CH_3)_2NH$ (iii) $C_6H_5NH_2$

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (iii) (ঘ) (ii)

৬। কার্বিল-অ্যামিন পরীক্ষা দ্বারা শনাক্ত করা সম্ভব হয় কোনটি ?

- (i) অ্যানিলিন (ii) ক্লোরোফরম (iii) 1° - অ্যামিন

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i), (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

৭। ডায়াজেনিয়াম লবণ প্রস্তুত করা যায় কোন যৌগ থেকে -

- (i) অ্যানিলিন (ii) 1° - অ্যারোমেটিক অ্যামিন (iii) 1° - অ্যালিফেটিক অ্যামিন

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (iii) ও (ii) (গ) (iii) (ঘ) (i)

৮। বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডের বিভিন্ন বিকারকসহ বিজারণে উৎপন্ন হয়-

- (i) ফিনাইল অ্যামিন (ii) ফিনাইল হাইড্রাজিন (iii) বেনজাইল অ্যামিন

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) (খ) (i) ও (ii) (গ) (ii) (ঘ) (ii) ও (iii)

৯। বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে যুগল বিক্রিয়া ঘটায় কোনটি ?

- (i) p- ক্রিসল ($pH = 5-6$) (ii) অ্যানিলিন ($pH = 6-7$) (iii) ফেনল ($pH = 7-8$)

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (ii) (ঘ) (i) ও (ii)

১০। অ্যানিলিন-ইয়েলো প্রস্তুতিতে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে কোনটি বিক্রিয়া করে ?

- (i) ফিনাইল অ্যামিন ($pH = 6-7$) (ii) অ্যানিলিন ($pH = 7-8$) (iii) ফেনল $pH = 6-7$

কোনটি সঠিক হবে ?

- (ক) (i) (খ) (ii) (গ) (iii) (ঘ) (i) ও (ii)

খ-২ MCQ এর উত্তর মালা :

১। (ক), ২। (ঘ), ৩। (ক), ৪। (ক) ৫। (গ), ৬। (গ), ৭। (ক) ৮। (খ), ৯। (খ), ১০। (ক)

খ-৩ MCQ : অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন : উচ্চতর দক্ষতা স্তরের :

১। 1°- অ্যামিন শনাক্তকরণের বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :



উপরোক্ত সমীকরণ মতে, নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

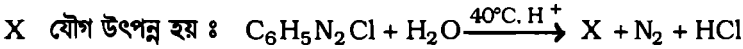
(১) সমীকরণ মতে 'X' নামক যৌগটির সংকেত হল -

(ক) CH_3CN (খ) CH_3NC (গ) CH_3CNO (ঘ) $\text{CH}_3\text{N HCl}$

(২) 'X' নামক যৌগকে শুষ্ক ইথারে LiAlH_4 দ্বারা বিজারণে কোন্টি উৎপন্ন হয় ?

(ক) CH_3NHCH_3 (খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ (গ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (ঘ) CH_3NH_2

২। বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণকে অম্লীয় মাধ্যমে 40°C এ উত্তপ্ত করলে নিম্নরূপ বিক্রিয়ায়



সমীকরণ মতে, নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -

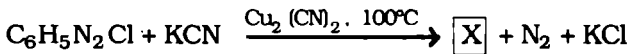
(১) 'X' নামক যৌগটিকে Zn ধাতুসহ 90°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে কোন্টি উৎপন্ন হয় ?

(ক) সাইক্লোহেক্সানল (খ) অ্যানিলিন (গ) বেনজিন (ঘ) ক্লোরোবেনজিন

(২) 'X' নামক যৌগটি বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডসহ লঘু NaOH দ্রবণে কোন্ বিক্রিয়া দেয় ?

(ক) কোব বিক্রিয়া (খ) রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া (গ) কাপলিং (ঘ) লিবারম্যান বিক্রিয়া

৩। বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড $\text{Cu}_2(\text{CN})_2$ প্রভাবকের উপস্থিতিতে 100°C -এ KCN সহ নিম্নরূপ বিক্রিয়া করে। প্রদত্ত সমীকরণ মতে, নিচের (১) নং ও (২) নং প্রশ্নের উত্তর দাও -



(১) 'X' নামক যৌগটির IUPAC পদ্ধতিতে কীরূপ নামকরণ হয়েছে -

(ক) কার্বো নাইট্রাইল (খ) ফিনাইল সায়ানাইড (গ) বেনজিন কার্বোনাইট্রাইল (ঘ) বেনজিন সায়ানোহাইড্রিন

(২) 'X' নামক যৌগটিকে শুষ্ক ইথারে LiAlH_4 সহ বিজারণে কোন্টি উৎপন্ন হয়?

(ক) অ্যানিলিন (খ) বেনজাইল অ্যামিন (গ) ফিনাইল অ্যামিন (ঘ) ফিনাইল হাইড্রাজিন

খ-৩ MCQ এর উত্তরমালা : ১। (১) (খ), (২) (ক), ২। (১) (গ), (২) (গ), ৩। (১) (গ), (২) (খ)।



Id: www.facebook.com/tanbir.cox



Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks



Web: www.tanbircox.blogspot.com

All e-books & Software : www.tanbircox.blogspot.com

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। প্রাকৃতিক পলিমার : সংজ্ঞা, শ্রেণীবিভাগ ও এদের গুরুত্ব
- ২। বায়ো-অণুসমূহ : পলিস্যাকারাইড ও প্রোটিনের আর্দ্রবিশ্লেষণে উদ্ভূত যৌগসমূহ
- ৩। পলিস্যাকারাইড : গ্লুকোজ, স্টার্চ, সেলুলোজ; এদের প্রাথমিক ধারণা
- ৪। প্রোটিন : প্রোটিনের পরিচয়, অ্যামাইনো এসিড : শ্রেণীবিভাগ, প্রস্তুতি, ধর্ম, এনজাইম
- ৬। পলিনিউক্লিয়োটাইড : ডিএনএ (DNA) ও আরএনএ (RNA) এর সহজ সংক্ষিপ্ত আলোচনা, প্রোটিন সংশ্লেষণে নিউক্লিক এসিড DNA ও RNA এর ভূমিকা

উদ্দেশ্য (Objectives)

- প্রাণী ও উদ্ভিদ থেকে প্রাপ্ত পলিমার যেমন, পলিস্যাকারাইড, প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের গুরুত্ব সম্বন্ধে ধারণা লাভ ;
- শর্করা, সেলুলোজ ও প্রোটিনের আর্দ্রবিশ্লেষণ সম্বন্ধে প্রাথমিক ধারণা লাভ।
- নিউক্লিক এসিড DNA ও RNA সম্বন্ধে প্রাথমিক ধারণা লাভ।

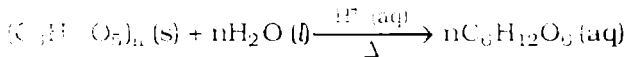
১১.১ ভূমিকা

Introduction

প্রাকৃতিক পলিমার (Natural Polymers) : প্রকৃতিতে প্রাণী ও উদ্ভিদে বিভিন্ন প্রকার পলিমার গঠন করে। এসব পলিমার তাদের (১) দেহের গঠন, (২) তাদের খাদ্য, (৩) বংশগত ধারা সংরক্ষণ, (৪) দেহের জৈবিক বিক্রিয়ায় অনুঘটকরূপে ক্রিয়া সম্পাদন এবং (৫) দেহের প্রতিরক্ষামূলক পরিবেশ সৃষ্টি প্রভৃতি ভূমিকা পালন করে থাকে। এসব পলিমারকে প্রাকৃতিক পলিমার বলা হয়। এসব প্রাকৃতিক পলিমারকে মোটামুটিভাবে নিম্নোক্ত তিনটি বৃহৎ শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

- (১) পলিস্যাকারাইডসমূহ, যেমন, স্টার্চ, সেলুলোজ
- (২) প্রোটিনসমূহ, যেমন, নিউক্লিয়োটাইড, গ্লোবিউলার প্রোটিন
- (৩) নিউক্লিক এসিডসমূহ যেমন, রাইবো নিউক্লিক এসিড (RNA) ও ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিক এসিড (DNA)।

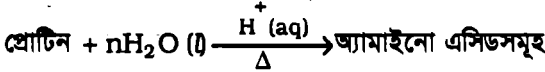
(১) পলিস্যাকারাইডসমূহের মধ্যে সেলুলোজ উদ্ভিদদেহের গঠন এবং স্টার্চ (শর্করা) উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্যরূপে জীবদেহে শক্তি সরবরাহ করে। পলিস্যাকারাইডসমূহের একক হল গ্লুকোজ। তাই পলিস্যাকারাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণে গ্লুকোজ (C₆H₁₂O₆) পাওয়া যায়; পলিস্যাকারাইডের সাধারণ সংকেত (C₆H₁₀O₅)_n।



পলিস্যাকারাইড

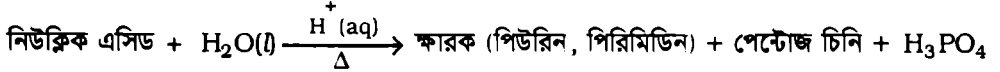
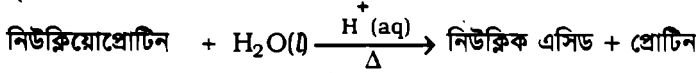
মনোস্যাকারাইড (গ্লুকোজ)

(২) প্রোটিন উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহ কোষের অন্যতম সংগঠক এবং দেহের বিভিন্ন টিস্যু বা কোষকলা গঠনে ভূমিকা রাখে। প্রোটিন খাদ্যরূপে জীবদেহে শক্তি যোগান দিয়ে থাকে। প্রোটিন হল পলিঅ্যামাইড। মৃদু অম্লীয় মাধ্যমে প্রোটিনকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে বিভিন্ন অ্যামাইনো এসিড পাওয়া যায়।

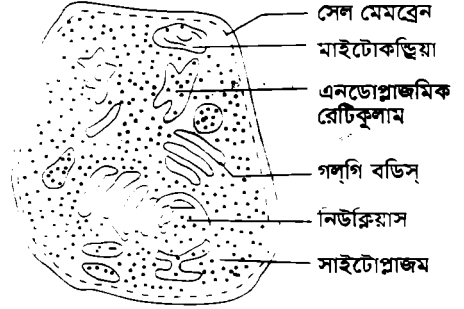


(৩) নিউক্লিক এসিড জীব কোষের গঠনে, প্রোটিন সংশ্লেষণে ও ক্রোমোজোমের গাঠনিক উপাদানরূপে কোষ বিভাজন ও প্রজাতির বংশ গতিধারা সংরক্ষণে খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে থাকে। এ জন্য নিউক্লিক এসিডকে জীবনের মূল ভিত্তি বলা হয়। নিউক্লিক এসিড ও সরল প্রোটিনের সমন্বয়ে নিউক্লিয়োপ্রোটিন নামক যুগ্ম প্রোটিন উৎপন্ন হয়। নিউক্লিয়োপ্রোটিন প্রোটোপ্লাজমের অন্যতম প্রধান উপাদান। জীব কোষের নিউক্লিক এসিড হল RNA (রাইবো নিউক্লিক এসিড) ও DNA (ডিঅক্সি রাইবো নিউক্লিক এসিড)।

মৃদু অম্লীয় মাধ্যমে নিউক্লিয়োপ্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের আর্দ্রবিশ্লেষণে নিম্নরূপ যৌগ উৎপন্ন হয়।



সুতরাং উপরিউক্ত আলোচনা থেকে জানা যায় যে, তিনটি প্রাকৃতিক পলিমার যেমন, নিউক্লিক এসিড, প্রোটিন ও পলিস্যাকারাইড যথাক্রমে জীবজগৎ অর্থাৎ উদ্ভিদ ও প্রাণীর কোষের সংগঠক, দেহের সংগঠক ও দেহ সংরক্ষণে শক্তি যোগানকারীর ভূমিকা পালন করে। সুতরাং প্রাকৃতিক পলিমারসমূহ জীববিজ্ঞানে খুবই গুরুত্বপূর্ণ।



চিত্র ১১.১ : একটি প্রাণিকোষ

(ক) বায়ো-অণু (Bio molecules) : জীবদেহের ক্ষুদ্রতম একক হল কোষ। প্রতিটি কোষের গঠন ও জৈবিক ক্রিয়া-কর্মে উচ্চ আণবিক ভরবিশিষ্ট ম্যাক্রো-অণু বা পলিমার যেমন, পলিস্যাকারাইড, প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড ইত্যাদি জড়িত থাকে। তাই এসব পলিমারকে বায়ো-অণু বলা হয়। বায়ো অণুসমূহ হল প্রাকৃতিক পলিমার।

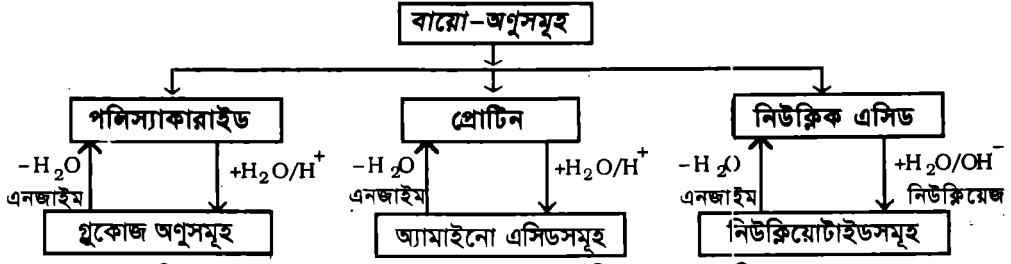
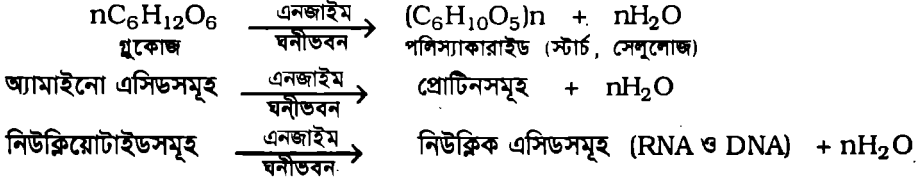
এ সব বায়ো-অণু গঠনে মূলত ছয়টি মৌল যেমন, C, H, O, N, P, S বিশেষ ভূমিকা পালন করে থাকে এবং কোষের প্রায় 99% ভর এসব মৌল দ্বারা গঠিত।

সারণি ১১.১ : একটি ব্যাকটেরিয়া কোষের মোটামুটি রাসায়নিক উপাদান

[কোষের আয়তন = $2 \times 10^{-2} \text{ cm}^3$]

কোষের উপাদানসমূহ	উপাদানের প্রকৃতি	কোষের শতকরা ভর
১। পানি	অজৈব যৌগ	70
২। অজৈব আয়নসমূহ [Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Cl ⁻ ইত্যাদি]	অজৈব আয়ন	1
৩। প্রোটিন	জৈব যৌগ : বায়ো-অণু	15
৪। নিউক্লিক এসিড, DNA	জৈব যৌগ : বায়ো-অণু	1
RNA	জৈব যৌগ : বায়ো-অণু	6
৫। পলিস্যাকারাইডস	জৈব যৌগ : বায়ো-অণু	2
৬। ফসফো লিপিডস	জৈব যৌগ : বায়ো-অণু	2
৭। বিবিধ অন্তর্বর্তী ছোট অণুসমূহ	জৈব যৌগ : মনোমার	3

(খ) বায়ো-অণু গঠন প্রক্রিয়া : বায়ো অণুসমূহ যেমন পলিস্যাকারাইড, প্রোটিন, নিউক্লিক এসিড প্রভৃতি প্রাকৃতিক পলিমার এনজাইমের প্রভাবে ঘনীভবন প্রক্রিয়ায় গঠিত হয়। তাই এদের 'অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ অথবা ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে সুস্থিত মনোমার যেমন, যথাক্রমে গ্লুকোজ, অ্যামাইনো এসিড ও নিউক্লিয়োটাইড উৎপন্ন হয়। নিম্নে তা সমীকরণ ও প্রবাহ চিত্রাকারে দেখানো হল :

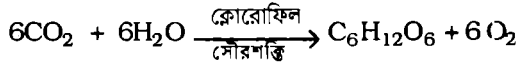


চিত্র ১১.২ : বায়ো-অণুসমূহের মনোমার ও পলিমারের পারস্পরিক রূপান্তর

পলিস্যাকারাইড

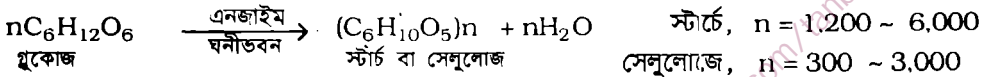
১১.২ পলিস্যাকারাইড ও গ্লুকোজ Polysaccharide and Glucose

উদ্ভিদ জগতের প্রধান দুটি পলিস্যাকারাইড হল স্টার্চ বা শর্করা ও সেলুলোজ। উদ্ভিদ এ দুটি পলিস্যাকারাইড সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া দ্বারা প্রস্তুত করে থাকে। এসব পলিস্যাকারাইডের মনোমার বা ছোট একক অণু হল গ্লুকোজ। উদ্ভিদের সবুজ পাতায় ক্লোরোফিল ও সূর্যালোকের প্রভাবে বায়ু থেকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও মাটি থেকে মূল দ্বারা সংগৃহীত পানি রাসায়নিকভাবে পরিবর্তিত হয়ে গ্লুকোজ $(C_6H_{12}O_6)$ নামক মনোস্যাকারাইড উৎপন্ন হয়। এ পদ্ধতি সালোকসংশ্লেষণ নামে পরিচিত।

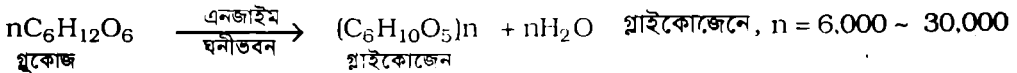


গ্লুকোজ

অপরদিকে, একই উদ্ভিদে হাজার হাজার গ্লুকোজ অণু বিশেষ অবস্থায় ঘনীভবন প্রক্রিয়ায় পানি অণু অপসারণসহ যুক্ত হয়ে উদ্ভিদদেহের গঠন উপাদান 'সেলুলোজ' উৎপন্ন করে। আবার একই প্রক্রিয়ায় ভিন্ন গাঠনিক বিন্যাসসহ অসংখ্য গ্লুকোজ অণু উদ্ভিদদেহে যুক্ত হয়ে 'স্টার্চ' অণু সৃষ্টি করে এবং উদ্ভিদের বীজ, রূপান্তরিত মূল ও কাণ্ডে ভবিষ্যতের খাদ্যরূপে সঞ্চিত হয়। এরূপে প্রাকৃতিক পলিস্যাকারাইড, স্টার্চ ও সেলুলোজ গঠিত হয়।

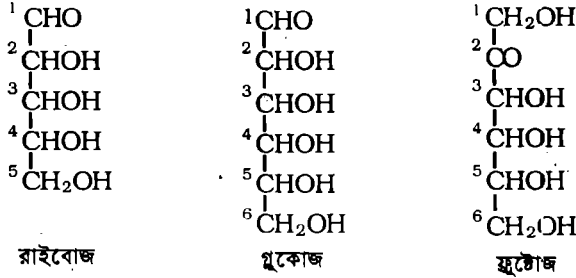


মানুষের পরিপাকতন্ত্রে স্টার্চ এবং জন্তুর পরিপাকতন্ত্রে স্টার্চ ও সেলুলোজ ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজে পরিণত ও শোষিত হয়ে রক্ত প্রবাহের মাধ্যমে লিভারে পৌঁছলে তথায় 'গ্লাইকোজেন' (glycogen) বা 'প্রাণিজ স্টার্চ' (animal starch) রূপে অব্যবহৃত গ্লুকোজ জমা থাকে।



১১.৪ মনোস্যাকারাইড Monosaccharides

মনোস্যাকারাইড হল কার্বাইড্রেট শ্রেণীর ক্ষুদ্রতম যৌগ অণু; আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা এদেরকে সরলতর অপর কোন অণুতে বিভক্ত করা যায় না। প্রকৃতিতে প্রায় বিশটি মনোস্যাকারাইড উৎপন্ন হয়। তাদের সাধারণ সংকেত $(CH_2O)_n$ । এখানে $n = 3 - 6$ হয়। এদের নামের শেষে '-ওজ' (-ose) থাকে। এদেরকে অ্যালডোজ ও কিটোজ এ দু'শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। যে সব মনোস্যাকারাইডের অণুতে অ্যালডিহাইডিক মূলক থাকে, তাদের অ্যালডোজ এবং যাদের অণুতে কিটোনিক মূলক থাকে, তাদের কিটোজ বলে। যেমন, গ্লুকোজ একটি অ্যালডোজ এবং ফ্রুক্টোজ একটি কিটোজ। আবার অণুস্থিত কার্বন পরমাণুর সংখ্যানুসারে মনোস্যাকারাইডসমূহকে ট্রায়োজ, টেট্রোজ, পেটোজ এবং হেক্সোজ ইত্যাদিতে বিভক্ত করা হয়। এদের একটি সাধারণ পেটোজ ($n = 5$) হল রাইবোজ এবং দুটি সাধারণ হেক্সোজ হল গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ। রাইবোজ হল টেট্রাহাইড্রক্সি পেটান্যাল। অপরদিকে গ্লুকোজ হল পেটাহাইড্রক্সি হেক্সান্যাল এবং ফ্রুক্টোজ হল পেটাহাইড্রক্সি হেক্সানোন-২। এদের শিকল গঠন নিম্নরূপ :

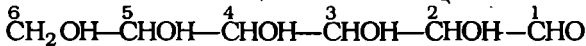


১১.৫ গ্লুকোজ অণুর গঠন ও ফিশার সংকেত Structure of Glucose and Fischer's Formula

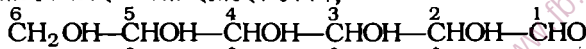
আণবিক সংকেত নির্ণয় ও কার্যকরীমূলক ভিত্তিক রাসায়নিক বিক্রিয়ার ওপর ভিত্তি করে গ্লুকোজ অণুর গঠন নিম্নলিখিতরূপে নির্ধারণ করা হয় :

(১) গ্লুকোজের আণবিক সংকেত $C_6H_{12}O_6$ । (২) লোহিত ফসফরাসের উপস্থিতিতে গাঢ় HI এসিড দ্বারা গ্লুকোজকে পূর্ণভাবে বিজারিত করলে n-হেক্সেন (C_6H_{14}) উৎপন্ন হয়। এতে প্রমাণিত হয় যে, গ্লুকোজ অণুতে ৬টি C পরমাণু পরপর যুক্ত হয়ে শাখাবিহীন সরল শিকল গঠন করেছে। (৩) পিরিডিনের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে গ্লুকোজ পেটোঅ্যাসিটেট উৎপন্ন করে। এতে প্রমাণিত হয় যে, গ্লুকোজ অণুর কার্বন শিকলের ৫টি ভিন্ন ভিন্ন কার্বন পরমাণুতে ৫টি -OH মূলক আছে। (৪) মৃদু জারক যেমন, ব্রোমিন পানি দ্বারা গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) জারিত হয়ে গ্লুকোনিক এসিড ($C_6H_{12}O_7$) উৎপন্ন করে। এতে প্রমাণিত হয় যে, অবশিষ্ট অক্সিজেন পরমাণুটি গ্লুকোজ অণুতে একটি অ্যালডিহাইড মূলক (-CHO) রূপে কার্বন শিকলের এক প্রান্তে আছে। (৫) আবার গ্লুকোজ টলেন বিকারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে সিলভার দর্পণ এবং ফেলিং দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে লাল বর্ণের Cu_2O এর অধঃক্ষেপ দেয়। এ পরীক্ষা দ্বারা -CHO মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত করা হয়।

এ সব পরীক্ষালব্ধ তথ্যের ভিত্তিতে বিজ্ঞানী বেয়ার গ্লুকোজের জন্য নিম্নরূপ সরল শিকল গঠন প্রস্তাব করেন :

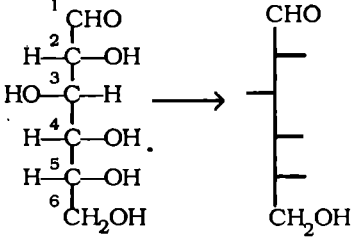


গ্লুকোজের চেইন বা সরল শিকল গঠন থেকে দেখা যায় যে, গ্লুকোজের অণুতে চারটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু আছে। তাই গ্লুকোজের মোট $2^4 = 16$ টি সমাণু আছে। নিম্নে গ্লুকোজের চেইন গঠনে তারকা (*) চিহ্ন দ্বারা অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু চারটিকে চিহ্নিত করা হয়েছে। যেমন,



অর্থাৎ গ্লুকোজের চেইন গঠনের ২, ৩, ৪, ৫ নম্বর কার্বন পরমাণু চারটি হল অপ্রতিসম এবং সমাণুর সংখ্যা $2^4 = 16$ টি। এ সমাণুগুলো সৃষ্টি হওয়ার কারণ হল গ্লুকোজের চেইন গঠনের উক্ত চারটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুর চারপাশে OH মূলক ও H পরমাণুর ত্রিমাত্রিক স্থানিক বিন্যাসের পার্থক্য। কার্বন শিকলে বিভিন্ন পরমাণু বা মূলকের স্থানিক বিন্যাসের এরূপ পার্থক্যকে সমাণুর কনফিগারেশন পার্থক্য বলে। এ ১৬টি সমাণুর মধ্যে একটি সমাণু হল D-গ্লুকোজ। এ D-গ্লুকোজের কনফিগারেশন নির্ণয়ের মত জটিল কাজ জৈব রসায়নবিদ ইমিল

ফিশার (১৮৯১খ্রি) সমাধান করেন এবং D-গ্লুকোজের কনফিগারেশন নিম্নরূপ উপস্থাপন করেন। একে D-গ্লুকোজের কনফিগারেশনের ফিশার অভিক্ষেপ সংকেত বা D-গ্লুকোজের মুক্ত শিকল গঠন বলে। যেমন,

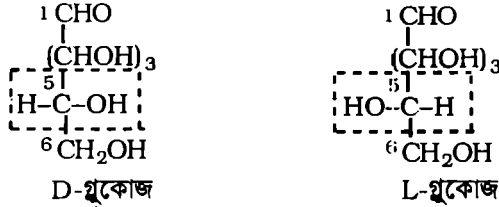


[ফিশারের অভিক্ষেপ সংকেতের সংক্ষিপ্ত প্রকাশের বেলায় গ্লুকোজের কার্বন শিকলের মধ্যবর্তী চারটি কার্বনের অংশকে খাড়া রেখা দ্বারা দেখানো হয়েছে এবং ঐ কার্বন শিকলের উভয় দিকের -OH মূলকগুলোকে ছোট অনুভূমিক রেখা দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।]

চিত্র ১১.৩ : D-গ্লুকোজের ফিশার অভিক্ষেপ সংকেত।
বা, D-গ্লুকোজের মুক্ত শিকল গঠন।

১১.৬ D ও L-শ্রেণীর গ্লুকোজ D-and L-Glucose

কার্বহাইড্রেট রসায়নে ব্যবহৃত 'ফিশার' অভিক্ষেপ সংকেতে কার্বনাইল মূলক (অ্যালডিহাইড বা কিটোন মূলক)কে শীর্ষে রেখে নিম্নতম বা সবচেয়ে দূরবর্তী 'অপ্রতিসম কার্বনে' সংযুক্ত হাইড্রক্সিল (-OH) মূলক যখন ডানদিকে থাকে তখন একে D-শ্রেণী যোগ; আর বামদিকে থাকলে একে L-শ্রেণী যোগ বলে। D- ও L- শ্রেণী সমাণুগুলো পরস্পর দর্পণ প্রতিবিম্ব হয়। যেমন, গ্লুকোজের ফিশার অভিক্ষেপ সংকেতে শীর্ষস্থ অ্যালডিহাইড (-CHO) মূলকের কার্বনকে ১নং কার্বন (C₁) ধরা হয় এবং সবচেয়ে দূরবর্তী অপ্রতিসম কার্বন হল ৫নং কার্বন (C₅)। সুতরাং গ্লুকোজের D-শ্রেণী ও L-শ্রেণী হল নিম্নরূপ। যেমন,



চিত্র ১১.৪ : D-শ্রেণীর গ্লুকোজে -OH মূলক ডানে ও L-শ্রেণীর গ্লুকোজে -OH মূলক বামে থাকে।

কার্বহাইড্রেট রসায়নে বিভিন্ন মনোস্যাকারাইড যেমন, অ্যালডোজ (aldose) ও কিটোজ (ketose) এর নামের পূর্বে ইংরেজি বড় হাতের অক্ষর D- অথবা L- লেখা দ্বারা স্টেরিক সমাণুর কনফিগারেশন বোঝানো হয় এবং এর পাশে ইংরেজি ছোট হাতের অক্ষর d বা (+) চিহ্ন লিখে যৌগটি আলোক সক্রিয় এবং এর ঘূর্ণনের দিক 'দক্ষিণাবর্ত' (dextro) বোঝানো হয়। অনুরূপভাবে, ছোট হাতের l বা (-) চিহ্ন লিখে যৌগটি আলোক সক্রিয় এবং এর ঘূর্ণনের দিক 'বামাবর্ত' (laevo) বোঝানো হয়।

১১.৭ D-গ্লুকোজের সাইক্লিক বা চাক্রিক গঠন

Cyclic Structure of Glucose

গ্লুকোজের চেইন কাঠামো তার অনেক ধর্ম ব্যাখ্যা করলেও নিম্নোক্ত বিষয়গুলো ব্যাখ্যা করতে পারে না। যেমন,

(১) গ্লুকোজের জলীয় দ্রবণের বর্ণালীমিতিক পরীক্ষায় -CHO মূলকের উপস্থিতি ধরা পড়ে না।

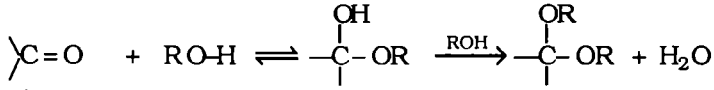
(২) গ্লুকোজ অ্যালডিহাইড শনাক্তকারী সিফ বিকারকের বর্ণ পুনরুদ্ধার করে না।

(৩) গ্লুকোজের দুটি স্টেরিও সমাণু যেমন, α-গ্লুকোজ ও β- গ্লুকোজ আছে। D-গ্লুকোজকে উত্তমত অ্যালকোহলীয় দ্রবণ থেকে কেলাসিত করলে α-গ্লুকোজ এবং উত্তমত পিরিডিন দ্রবণ থেকে কেলাসিত করলে β-গ্লুকোজ পাওয়া যায়।

(৪) α-গ্লুকোজ ও β-গ্লুকোজের জলীয় দ্রবণ মিউটা ঘূর্ণন প্রদর্শন করে। উভয়ের কেলাস তৈরির পর জলীয় দ্রবণে α-গ্লুকোজের আপেক্ষিক ঘূর্ণন +113° এবং β-গ্লুকোজের আপেক্ষিক ঘূর্ণন +19° হয়; কিন্তু উভয় স্টেরিও সমাণুর যে কোন একটির জলীয় দ্রবণকে দীর্ঘ সময় রেখে দিলে এর আপেক্ষিক ঘূর্ণন স্বতঃস্ফূর্তভাবে পরিবর্তিত হয়ে প্রতিক্ষেত্রে +53° মান লাভ করে, একে গ্লুকোজের মিউটা ঘূর্ণন (mutare = পরিবর্তন করা) বলে।

এ সব ধর্মের ব্যাখ্যার জন্য D-গ্লুকোজের সাইক্লিক বা চাক্রিক গঠন নিম্নরূপে প্রতিষ্ঠিত হয়।

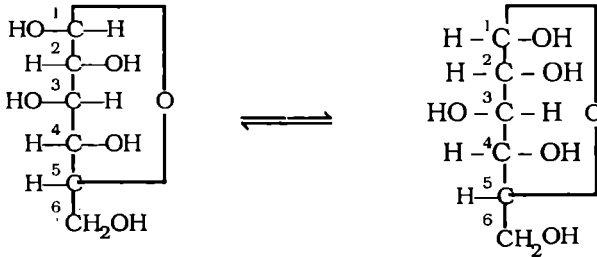
কার্বনাইল মূলকযুক্ত যৌগ যেমন, অ্যালডিহাইড ও কিটোন যে কোন অ্যালকোহলের —OH মূলকের সাথে বিক্রিয়া করে প্রথমে হেমি অ্যাসিট্যাল ও পরে অ্যাসিট্যাল গঠন করে।



কার্বনাইল মূলক অ্যালকোহল হেমি অ্যাসিট্যাল অ্যাসিট্যাল

মনোস্যাকারাইড যেমন, গ্লুকোজ (ও ফুক্টোজ) হেমি অ্যাসিট্যাল গঠন করে। যেহেতু গ্লুকোজ (ও ফুক্টোজ) অণুতে একই সাথে কার্বনাইল মূলক ও —OH মূলক বর্তমান; তাই তাদের মধ্যে অন্তঃআণবিক (intramolecular) হেমি অ্যাসিট্যাল গঠনের মাধ্যমে গ্লুকোজ (ও ফুক্টোজ) চাক্রিক গঠন সৃষ্টি করতে পারে।

গ্লুকোজের চাক্রিক গঠন ছয় পরমাণু সদস্যবিশিষ্ট এবং গ্লুকোজের মুক্ত শিকল গঠনের 1 নং কার্বন ও 5 নং কার্বন এর মধ্যে একটি অক্সিজেন পরমাণুর মাধ্যমে সংযোজন ঘটিয়ে অধিক সুস্থিত ছয় পরমাণু সদস্যবিশিষ্ট বিষম চাক্রিক গঠন সৃষ্টি হয়। এরূপ চাক্রিক গঠনের ফলে 1নং কার্বন (C₁) অপ্রতিসমতা প্রাপ্ত হয়; কিন্তু দর্পণ প্রতিবিম্ব নয় এবং গ্লুকোজের আরো দুটি স্টেরিও সমাণুর উদ্ভব ঘটে। এদের একটিকে α-D-গ্লুকোজ ও অপরটিকে β-D-গ্লুকোজ বলা হয়। α-D-গ্লুকোজের চাক্রিক গঠনে 1 নং কার্বন (C₁) এর হাইড্রক্সিল (—OH) মূলকটি ডানদিকে এবং β-D-গ্লুকোজের 1নং কার্বন-এর হাইড্রক্সিল (—OH) মূলকটি বাম দিকে থাকে।

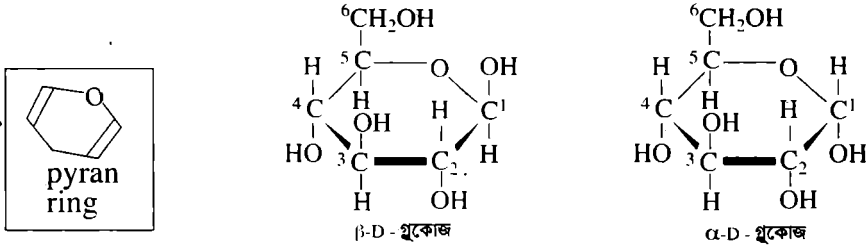


β-D- গ্লুকোজ

α-D- গ্লুকোজ

চিত্র ১১.৫ : গ্লুকোজ অণুর চক্রায়ন ও ফিশারের অভিক্ষেপ চাক্রিক গঠন।

হেমি অ্যাসিট্যাল গঠনে সৃষ্টি গ্লুকোজের ফিশার অভিক্ষেপ চাক্রিক কাঠামো দ্বারা অ্যাসিট্যাল গঠন যেমন α-গ্লুকোসাইড ও β-গ্লুকোসাইড গঠনের সুষ্ঠু ব্যাখ্যা দিতে পারে না। এ অসুবিধা নিরসনের জন্য ইংরেজ রসায়নবিদ হাওয়ার্থ নিম্নরূপ সমতলীয় ষড়ভুজ বিষম চাক্রিক পাইরানোজ (pyranose ring) গঠন প্রস্তাব করেন :



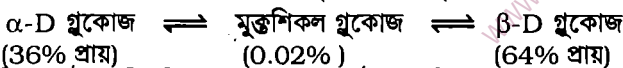
β-D- গ্লুকোজ

α-D- গ্লুকোজ

চিত্র ১১.৬ : গ্লুকোজের হাওয়ার্থ চাক্রিক গঠন।

চক্রায়নের ফলে সৃষ্ট গ্লুকোজের উভয় স্টেরিও সমাণুকে অ্যানোমারস (anomers) বলে এবং অ্যানোমার সমাণুদ্বয় কেবল 1নং কার্বন (C₁) এর কনফিগারেশনে ভিন্ন হয় বলে গ্লুকোজের 1নং কার্বনকে অ্যানোমারিক কার্বন বলে। α-D গ্লুকোজ ও β-D গ্লুকোজ সমাণুদ্বয় এনানসিওমার নয়; অ্যানোমার মাত্র।

মিউটা ঘূর্ণনের কালে মুক্তশিকল গঠনের মাধ্যমে α-সমাণু ও β-সমাণু সাম্যাবস্থায় থাকে। সাম্যাবস্থায় β-D-গ্লুকোজই অধিকতর সুস্থিত গঠন (প্রায় 64%) এবং α-D- গ্লুকোজ কম সুস্থিত (প্রায় 36%) হয়।



[বিঃ দ্রঃ হাওয়ার্থ চাক্রিক গঠনে নিম্নদিকের পুরু অংশ পাঠকের নিকটতম অংশ ধরে ফিশারের মুক্ত শিকল গঠনের ডানদিকের 'মূলক'গুলোকে চাক্রিক গঠনের তলের নিম্নদিকে এবং বামদিকের মূলকগুলোকে তলের উর্ধ্বদিকে লেখা হয়। পাঁচ কার্বন পরমাণু ও অক্সিজেন পরমাণু সমন্বয়ে সৃষ্ট গ্লুকোজের বিষমচাক্রিক গঠন 'পাইরান' সদৃশ হওয়ায় এরূপ গঠনকে পাইরানোজ (pyran + ose = pyranose) নামকরণ হয়েছে।]

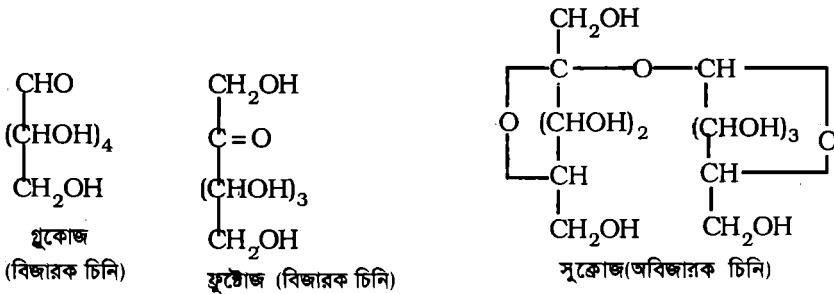
১১৮ চিনির বিজারণ ক্ষমতা

Reducing Property of Sugar

(ক) বিজারক চিনি ও অবিজারক চিনি : রাসায়নিক ধর্মের ওপর ভিত্তি করে কার্বহাইড্রেটকে বিজারক চিনি ও অবিজারক চিনি-এ দু শ্রেণীতেও ভাগ করা যায়।

যে সব কার্বহাইড্রেট ফেলিং দ্রবণ ও টলেন বিকারককে বিজারিত করে থাকে এদের 'বিজারক চিনি' বলে এবং অন্য সব কার্বহাইড্রেটকে 'অবিজারক চিনি' বলে। একমাত্র সুক্রোজ ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ছাড়া সব ডাইস্যাকারাইড ও মনোস্যাকারাইড বিজারক চিনি।

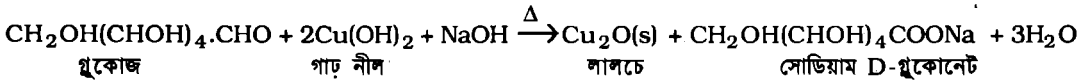
বিজারক চিনির অণুতে সক্রিয় অ্যালডিহাইড মূলক ($-CHO$) বর্তমান থাকে অথবা সহজে জারণযোগ্য সেকেভারি অ্যালকোহলিক মূলক থাকে। যেমন, গ্লুকোজ অণুতে অ্যালডিহাইড মূলক আছে এবং ফ্রুক্টোজ অণুতে কার্বনাইল ($-CO-$) মূলকের পার্শ্বের C_3 এর সাথে যুক্ত সেকেভারি অ্যালকোহলিক মূলক ($-CHOH-$) রয়েছে।



(খ) D-গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি : - ব্যাখ্যা কর।

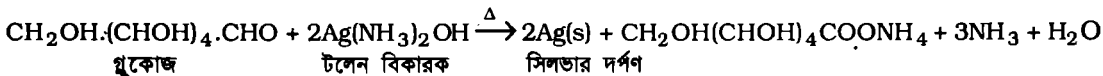
D-গ্লুকোজের অণুতে অ্যালডিহাইড ($-CHO$) মূলক থাকায়, এটি বিজারকরূপে ফেলিং দ্রবণ ও টলেন বিকারককে বিজারিত করে এবং নিজে জারিত হয়ে গ্লুকোনিক এসিডের লবণ যেমন সোডিয়াম গ্লুকোনেট ও অ্যামোনিয়াম গ্লুকোনেটে পরিণত হয়।

১। ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা : উত্তপ্ত গ্লুকোজের জলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা ফেলিং দ্রবণ যোগ করলে কিউপ্রাস অক্সাইডের লালচে অধঃক্ষেপ পড়ে। [গ্লুকোজসহ যে কোন বিজারণধর্মী অর্থাৎ মুক্ত অ্যালডিহাইড বা কিটোন মূলক যুক্ত কার্বহাইড্রেট যেমন, ফ্রুক্টোজ, ল্যাকটোজ ও ম্যালটোজ এ পরীক্ষা দেয়।]



ফেলিং দ্রবণের বেলায় কপার সালফেট দ্রবণের সাথে ব্যবহৃত সোডিয়াম-পটাসিয়াম টারটারেট লবণের পরিবর্তে সোডিয়াম সাইট্রেট লবণ ব্যবহার করলে একে বেনিডিট পরীক্ষা (Benedict test) বলে। এই পরীক্ষা দ্বারা প্রস্রাবে গ্লুকোজের উপস্থিতি নির্ধারণ করা হয়। উভয় ক্ষেত্রে Cu_2O এর লালচে অধঃক্ষেপ পড়ে।

২। টলেন বিকারক পরীক্ষা : গ্লুকোজের জলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা টলেন বিকারক যোগ করে উত্তপ্ত করলে টলেন বিকারক বিজারিত হয়ে টেস্ট টিউবের গায়ে উজ্জ্বল ধাতব সিলভার দর্পণ সৃষ্টি হয়।



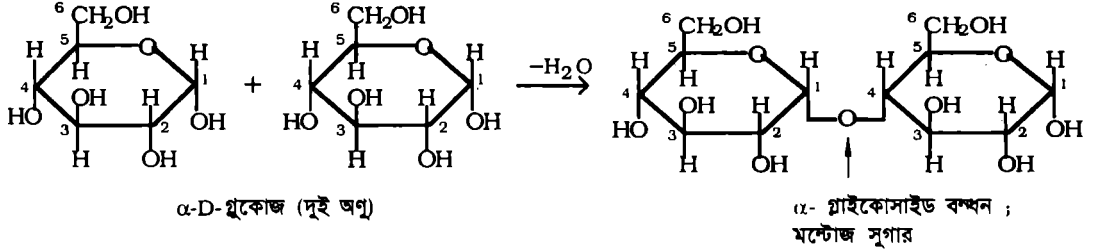
১১.৯ ডাইস্যাকারাইড

Disaccharides

বিশেষভাবে আলোচিত ও গুরুত্বপূর্ণ তিনটি ডাইস্যাকারাইড হল সুক্রোজ, মল্টোজ ও ল্যাক্টোজ। এদের সাধারণ সংকেত $C_{12}H_{22}O_{11}$ । দুটি মনোস্যাকারাইড অণুর মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়ার ফলে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে ডাইস্যাকারাইড অণু গঠিত হয়। তখন উৎপন্ন ডাইস্যাকারাইড অণুতে উভয় মনোস্যাকারাইড কার্বন-অক্সিজেন-কার্বন নতুন বন্ধন সৃষ্টি করে। একে গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলে। গ্লাইকোসাইড বন্ধন দু'প্রকার। যেমন,

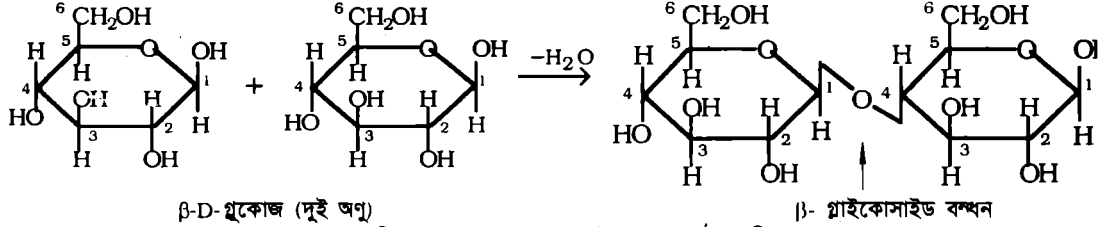
(১) α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন ও (২) β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন।

α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন : দুই অণু α -D- গ্লুকোজের একটির C_1 এবং অপরটির C_4 এর দুটি -OH মূলক থেকে এক অণু পানি অপসারণের মাধ্যমে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় C-O-C নতুন বন্ধন সৃষ্টি হয়, তাকে α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলে। এরূপ বন্ধন দ্বারা স্টার্চ অণু গঠিত হয়। যেমন,



চিত্র ১১.৭ : α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া

β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন : দুই অণু β -D- গ্লুকোজের একটির C_1 এবং অপরটির C_4 এর দুটি -OH মূলক থেকে এক অণু পানি অপসারণের মাধ্যমে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় C-O-C নতুন বন্ধন সৃষ্টি হয়, তাকে β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলে। এরূপ বন্ধন দ্বারা সেলুলোজ অণু গঠিত হয়। যেমন,



চিত্র ১১.৮ : β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া।

অনুরূপভাবে মল্টোজ অণু, সুক্রোজ অণু ও ল্যাক্টোজ অণু গঠিত হয়। এক অণু গ্লুকোজ ও এক অণু ফুক্টোজ এর মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়া দ্বারা গ্লাইকোসাইড বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে সুক্রোজ অণু গঠিত হয়। এক অণু গ্লুকোজ ও এক অণু গ্যালাক্টোজ থেকে ল্যাক্টোজ গঠিত হয়।

সুতরাং

মল্টোজ = গ্লুকোজ + গ্লুকোজ

সুক্রোজ = গ্লুকোজ + ফুক্টোজ

ল্যাক্টোজ = গ্লুকোজ + গ্যালাক্টোজ [C_4 এর সাথে -OH বামদিকে, গ্লুকোজের বিপরীত।]

১১.১০ বিভিন্ন পলিস্যাকারাইডের গঠন

Structures of Different Polysaccharides

উদ্ভিদ জগতে পলিস্যাকারাইডসমূহের প্রধান ভূমিকা মূলত দুটি। যেমন,

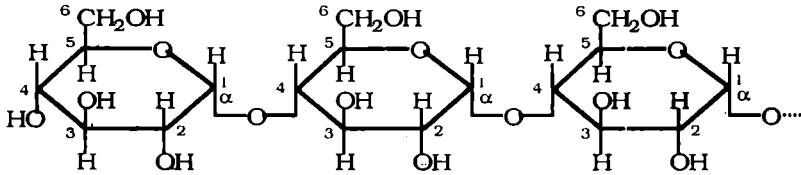
(১) উদ্ভিদের দৈহিক কাঠামো গঠন ও (২) উদ্ভিদের খাদ্য সংরক্ষণ। পলিস্যাকারাইডসমূহকে তিনটি প্রধান শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন, (১) স্টার্চ বা উদ্ভিদ শর্করা, (২) গ্লাইকোজেন বা প্রাণিজ শর্করা ও (৩) সেলুলোজ।

(১) শর্করা বা স্টার্চ (Starch)

স্টার্চ সংরক্ষিত খাদ্যরূপে উদ্ভিদের বীজ, মূল ও কাণ্ডে অতি ক্ষুদ্র কণার আকারে সঞ্চিত থাকে। আমাদের খাদ্যের প্রধান উপাদান হল স্টার্চ এবং স্টার্চের উৎস হল চাউল, গম, ভুট্টা, গোল আলু ও বার্লি ইত্যাদি। স্টার্চের সংকেত হল $(C_6H_{10}O_5)_n$; এখানে $n = 1200 \sim 6,000$ ।

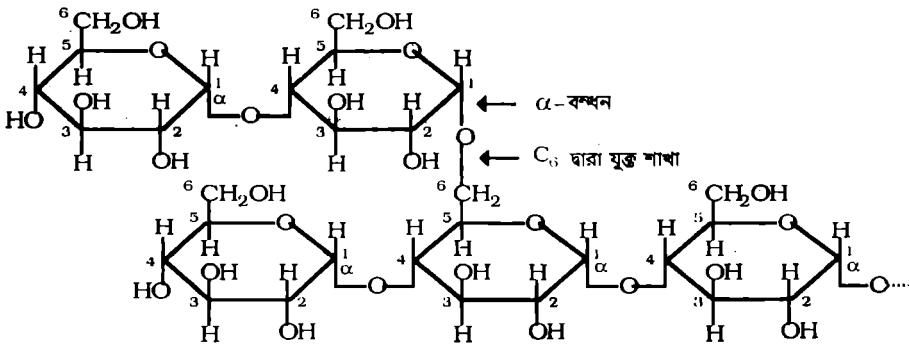
(ক) স্টার্চের গঠন (Structure of starch) : স্টার্চ রাসায়নিক গঠনের দিক দিয়ে একটি যৌগ নয়। স্টার্চ হল 10—20% অ্যামাইলোজ (amylose) ও 90% - 80% অ্যামাইলো পেকটিন (amylopectin) নামক দুটি পলিস্যাকারাইডের মিশ্রণ। অ্যামাইলোজ গরম পানিতে দ্রবণীয় এবং আয়োডিনের সঙ্গে গাঢ় নীল বর্ণ সৃষ্টি করে। কিন্তু অ্যামাইলো পেকটিন পানিতে অদ্রবণীয় কিন্তু পানি শোষণ করে স্ফীত ও আঠালো হয়। এটি আয়োডিনের সঙ্গে কোন বর্ণ সৃষ্টি করে না। গরম পানির সাহায্যে স্টার্চের এ দুই উপাদানকে পৃথক করা যায়।

(১) অ্যামাইলোজ (Amylose) : অ্যামাইলোজ হল 'α-D-গ্লুকোজ একক' দ্বারা গঠিত সরল শিকল অণু; এতে 60 থেকে 300টি α-D গ্লুকোজ অণু একটির C₁ এর সঙ্গে অপরটির C₄ এর মাধ্যমে α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। অ্যামাইলোজ আয়োডিন শোষণ করে গাঢ় নীল বর্ণ সৃষ্টি করে। আলফা (α-) অ্যামাইলোজ নামক এনজাইম দ্বারা অ্যামাইলোজ শিকলের মাঝখানের α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন বিচ্ছিন্ন করে অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র শিকলের ডেক্সট্রিন নামক পলিস্যাকারাইড গঠন করে। নিম্নে সরল অ্যামাইলোজের α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন দেখানো হল :



চিত্র ১১.৯ : সরল অ্যামাইলোজ শিকলে α- গ্লাইকোসাইড বন্ধন।

(২) অ্যামাইলো পেকটিন (Amylopectin) : অ্যামাইলো-পেকটিন হল শাখাবিহীন শিকলে আবদ্ধ α-D-গ্লুকোজের পলিমার। এক্ষেত্রে 'α-D-গ্লুকোজ একক' এর 24 থেকে 30টি একটির C₁ এর সঙ্গে অপরটির C₄ এর মাধ্যমে α- গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে প্রথমে সরল শিকল গঠন করে (অ্যামাইলোজের মত)। পরে উক্ত ছোট সরল শিকলের 10টি থেকে 200টি শিকল পুনরায় এদের একটির C₁ এর সঙ্গে অপর শিকলের কোন গ্লুকোজ এককের C₆ দ্বারা যুক্ত হয়ে শাখা সৃষ্টি করে। যেমন,



চিত্র ১১.১০ : শাখায়ুক্ত অ্যামাইলো-পেকটিন শিকল।

(C₁ এর সঙ্গে C₄ বন্ধন এবং C₁ এর সঙ্গে C₆ বন্ধনে আবদ্ধ)

(খ) স্টার্চের ধর্ম (Properties of starch)

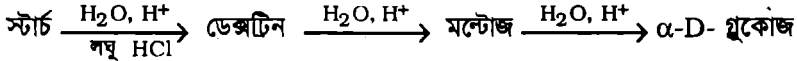
১। অতি লঘু আয়োডিন দ্রবণে স্টার্চের জলীয় দ্রবণ 2—1 ফোঁটা যোগ করলে ঐ স্টার্চ দ্রবণ গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করে। স্টার্চ অ্যামাইলোজ ও অ্যামাইলো পেকটিন—এ দুই ভিন্ন উপাদান দ্বারা গঠিত। স্টার্চের অ্যামাইলোজ উপাদানের গঠন স্পাইর্যাল বা পেঁচানো ফিতার আকৃতির মত হয়। ঐ পেঁচানো অ্যামাইলোজ অণু এর

অত্যন্তরে কাঁকা স্থানে আয়োডিন অণুকে 'আবশ্ব' (inclusion) করে জটিল যৌগ গঠন করে। তখন আয়োডিন পরমাণুগুলোর ইলেকটন অববিটালের মধ্যে শক্তির সামান্য পরিবর্তন ঘটে এবং আলো থেকে ঐ শক্তি শোষণ করে। ফলে আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গ থেকে নীল বর্ণ সৃষ্টি হয়।



চিত্র ১১.১১ : অ্যামাইলোজের পৈচানো অণুর মধ্যে আবশ্ব আয়োডিন পরমাণু (I)

২। লঘু এসিড ও এনজাইম দ্বারা স্টার্চকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে প্রথমে ডেক্সট্রিন পরে মল্টোজ ও শেষে α -D-গ্লুকোজ উৎপন্ন করে।



৩। স্টার্চ ফেলিং দ্রবণ ও টলেন বিকারককে বিজারিত করে না।

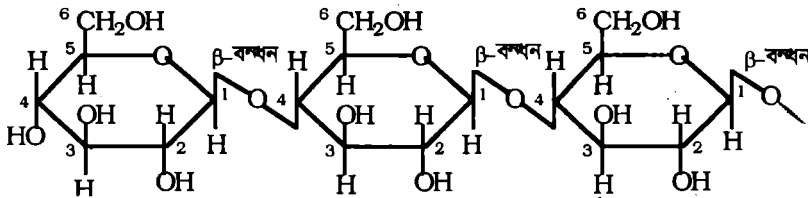
(২) গ্রাইকোজেন (Glycogen)

স্টার্চের পরিপাকের পর উৎপন্ন গ্লুকোজ রক্তপ্রবাহে শোষিত হয়। রক্তস্রোতে স্বাভাবিক গ্লুকোজের পরিমাণ 80-140 mg/100 cm³ রক্তে। এর বেশি পরিমাণ হলে অতিরিক্ত গ্লুকোজ ঘনীভবন বিক্রিয়া দ্বারা লিভারে গ্রাইকোজেনরূপে স্বল্প সময়ের জন্য জমা হয়। তাই গ্রাইকোজেনকে প্রাণিজ স্টার্চ বলা হয়। এর অণুতে 6000 থেকে 30,000 গ্লুকোজ একক অ্যামাইলো পেকটিনের মত 1, 4- এবং 1, 6- α -গ্রাইকোসাইডিক বন্ধন দ্বারা আবশ্ব থাকে। খাদ্যের অভাবে শরীরে প্রয়োজনমত শক্তি গ্রাইকোজেন থেকে পাওয়া যায়। গ্রাইকোজেন পানিতে দ্রবণীয় এবং আয়োডিন দ্রবণের সাথে লালচে বাদামি বর্ণ সৃষ্টি করে।

(৩) সেলুলোজ (Cellulose)

উদ্ভিদ কোষের প্রাচীর সেলুলোজ দ্বারা গঠিত। উদ্ভিদের কাণ্ডের বেশির ভাগই সেলুলোজ। মানুষ ও বিভিন্ন জন্তু সেলুলোজ হজম করতে পারে না। সেলুলোজকে আর্দ্রবিশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় এনজাইম কেবল গরু ছাগলের ক্ষুদ্রান্ত্রের ব্যাকটেরিয়া থেকে উৎপন্ন হয়।

সেলুলোজের গঠন : সেলুলোজ সম্পূর্ণ আর্দ্রবিশ্লেষিত হলে 300 থেকে 3000 গ্লুকোজ অণু উৎপন্ন হয়। এ সব β -D- গ্লুকোজ এককের একটির C₁ এর সঙ্গে অপরটির C₄ এর মাধ্যমে β -গ্রাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা আবশ্ব হয়ে সেলুলোজের সরল শিকল গঠন করে।

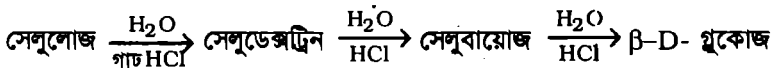


চিত্র ১১.১২ : সেলুলোজের সরল শিকল গঠন।

[β -গ্রাইকোসাইড (C₁-C₄) বন্ধন।

(ক) সেলুলোজের ধর্ম (Properties of Cellulose)

অধিকাংশ প্রাণীর পরিপাকতন্ত্রের এনজাইম সেলুলোজ ভাঙতে পারে। জৈব দ্রাবকে সেলুলোজ অদ্রবণীয় তবে বিশেষ বিকারক, যেমন, (১) অ্যামোনিয়াক্যাল কিউপ্রিক হাইড্রাইড বা সোয়েটজার বিকারক, (২) HCl এসিডে দ্রবীভূত ZnCl₂ দ্রবণ এবং (৩) NaOH ও CS₂ এর মিশ্রণে সেলুলোজ দ্রবীভূত হয়। (৪) সেলুলোজ অবিজারক পলিস্যাকারাইড হওয়ায় টলেন বিকারক ও ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না। (৫) সেলুলোজ আয়োডিনের সাথে কোন বিক্রিয়া করে না। (৬) গাঢ় HCl সহ উত্তপ্ত করলে সেলুলোজ ধীরে ধীরে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে অপেক্ষাকৃত ছোট পলিমার সেলুডেক্সট্রিন, ডাইস্যাকারাইড সেলুবায়োজ ও β -D-গ্লুকোজ মিশ্রণ উৎপন্ন করে।



(৪) স্টার্চ ও সেলুলোজের তুলনা (Comparison between Starch and Cellulose) :

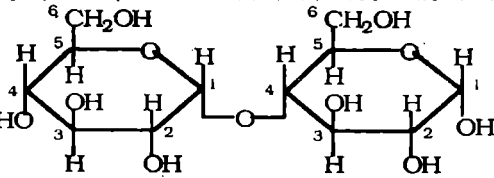
গঠনগত পার্থক্যসমূহ :

১। মনোমারের প্রকৃতি ও সংখ্যা : স্টার্চ ও সেলুলোজ উভয়েরই কাঠামোগত মূল মনোমার হল D-গ্লুকোজ। তবে সেলুলোজে প্রায় 300 থেকে 3,000 β-D-গ্লুকোজ একক β-গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে এবং স্টার্চ অণুতে প্রায় 1,200 থেকে 6,000 α-D-গ্লুকোজ একক α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। অর্থাৎ সেলুলোজের চেয়ে স্টার্চ হল গ্লুকোজের বড় পলিমার।

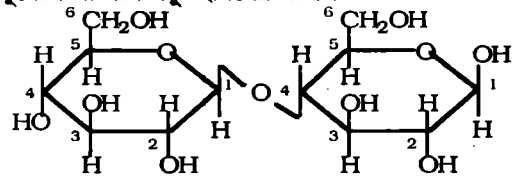
২। পলিমার শিকলের প্রকৃতি : স্টার্চ হল α-D গ্লুকোজ এর সরল শিকল অ্যামাইলোজ ও শাখান্বিত শিকলযুক্ত অ্যামাইলো পেকটিনের মিশ্র পলিমার। কিন্তু সেলুলোজ হল β-D গ্লুকোজ এর সরল শিকল একক পলিমার।

৩। পলিমার শিকলে H-বন্ধন : স্টার্চের উপাদান অ্যামাইলোজ শিকলের -OH মূলকের মধ্যে H-বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে কুণ্ডলী আকারে শস্যকণারূপে থাকে। অ্যামাইলো পেকটিনে H-বন্ধন একই শিকল ও ভিন্ন শিকলের মধ্যে গঠিত হতে পারে। কিন্তু সেলুলোজের শিকলগুলো পাশাপাশিভাবে -OH মূলকের মধ্যে ক্রসলিংক দ্বারা H-বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পাতলা শিটের আকারে থাকে।

৪। শিকলের গ্লাইকোসাইড বন্ধনের বিশেষত্ব : স্টার্চ হল মানুষের খাদ্য আর সেলুলোজ যেমন ঘাস হল গরু ছাগলের খাদ্য। কারণ মানুষের পরিপাকতন্ত্রে নিঃসৃত এনজাইম স্টার্চ অণুর α- গ্লাইকোসাইড বন্ধন ভাঙতে পারে; কিন্তু ঘাস বা সেলুলোজের β- গ্লাইকোসাইড বন্ধন ভাঙতে পারে না। তাই মানুষ ঘাস বা সেলুলোজ হজম করতে পারে না। অপরদিকে গরু-ছাগলের পরিপাকতন্ত্রে নিঃসৃত এনজাইম স্টার্চের α-গ্লাইকোসাইড ও সেলুলোজের β-গ্লাইকোসাইড উভয় প্রকার বন্ধন ভাঙতে পারে। এজন্য সেলুলোজ বা ঘাস গরু-ছাগলের খাদ্য।



স্টার্চে α-1, 4-গ্লাইকোসাইড বন্ধন



সেলুলোজে β-1, 4- গ্লাইকোসাইড বন্ধন

অবস্থান ও ভৌত ধর্মভিত্তিক পার্থক্য :

১। উৎস : স্টার্চ উদ্ভিদের পরিবর্তিত মূল ও কাণ্ড, ফল ও বীজে ক্ষুদ্র কণার অদানাদার কার্বোহাইড্রেটরূপে সঞ্চিত থাকে। অপরদিকে সেলুলোজ উদ্ভিদের দেহ কাঠামোতে তন্তুময় আঁশ ও কঠিন শিট আকারে থাকে।

২। দ্রাব্যতা : স্টার্চের অ্যামাইলোজ উপাদান গরম পানিতে দ্রবণীয়। কিন্তু সেলুলোজ পানিতে অদ্রবণীয়।

৩। বর্ণ সৃষ্টি : স্টার্চ দ্রবণে আয়োডিন নীল বর্ণ ধারণ করে। সেলুলোজ আয়োডিনের সাথে বর্ণ তৈরি করে না।

(৫) অ্যামাইলোজ ও অ্যামাইলোপেকটিনের তুলনা :

Comparison between Amylose and Amylo Pectin

১। মূল মনোমার : অ্যামাইলোজ ও অ্যামাইলোপেকটিন উভয়ের মূল মনোমার হল α-D-গ্লুকোজ।

২। শিকলে মনোমারের বন্ধন : অ্যামাইলোজে 60 থেকে 300টি α-D-গ্লুকোজ অণু α-(1, 4)-গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা সরল শিকলে যুক্ত থাকে। অপরদিকে অ্যামাইলোপেকটিনে 24 থেকে 30টি α-D-গ্লুকোজ অণু α-(1, 4)-গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা সরল শিকল গঠন করে (অ্যামাইলোজের মত)। পরে ঐ ছোট শিকলের 10টি থেকে 200টি শিকল পুনরায় একটির C₁ এর সঙ্গে অপর শিকলের গ্লুকোজ এককের C₆ এর সাথে যুক্ত হয়ে শাখান্বিত হয়।

৩। শতকরা পরিমাণ : স্টার্চের 10 - 20% হল অ্যামাইলোজ এবং 90 - 80% হল অ্যামাইলোপেকটিন।

৪। পানিতে দ্রাব্যতা : অ্যামাইলোজ পানিতে দ্রবণীয়। কিন্তু অ্যামাইলোপেকটিন পানিতে অদ্রবণীয়; তবে পানি শোষণ করে স্ফীত ও আঠালো হয়।

৫। বর্ণ সৃষ্টি : অ্যামাইলোজের দ্রবণে পঁচানো অ্যামাইলোজ অণু আয়োডিন অণুকে আবদ্ধ করে জটিল যৌগ গঠন করে নীল বর্ণ সৃষ্টি করে। কিন্তু অ্যামাইলোপেকটিন আয়োডিনের সাথে এরূপ যৌগ ও নীল বর্ণ সৃষ্টি করে না।

প্রোটিন

১১.১১ প্রোটিন ও প্রোটিনের গুরুত্ব

Proteins and importance of proteins

(ক) প্রোটিন : প্রোটিন হল নাইট্রোজেনযুক্ত জটিল জৈব যৌগ যা অসংখ্য ক্ষুদ্র অ্যামাইনো এসিড এককের পেপটাইড বন্ধনে গঠিত হয়। প্রোটিন প্রোটোপ্লাজমের অন্যতম উপাদান। সব সজীব কোষ কমবেশি প্রোটিন দ্বারা গঠিত। জীবদেহের বৃদ্ধি প্রকৃতপক্ষে কোষে প্রোটিন সংশ্লেষণের ফলে হয়ে থাকে। বিভিন্ন প্রাণিজ ও উদ্ভিদ প্রোটিন নিজস্ব বৈশিষ্ট্যে ভিন্ন হয়। এসিড, ক্ষার এবং এনজাইম সহযোগে প্রোটিন আর্দ্রবিশ্লিষ্ট হয়ে অ্যামাইনো এসিডে পরিণত হয়। এসিডের আর্দ্রবিশ্লিষ্ট দ্রবণ থেকে অ্যামাইনো এসিডগুলো হাইড্রোক্লোরাইড লবণরূপে বিভিন্ন পদ্ধতিতে পৃথক করে শনাক্ত করা হয়।

(খ) প্রোটিনের গুরুত্ব : জীবদেহে প্রোটিনের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ও ব্যাপক। জীবন পরিচালনার নিমিত্ত সকল প্রকার কর্মকাণ্ড প্রোটিন বিভিন্নভাবে সংগঠন করে থাকে। নিচে প্রোটিনের কতিপয় প্রধান কার্যাবলি উল্লেখ করা হল :

১। কোষের উপাদান : প্রোটিন উদ্ভিদ ও প্রাণিকোষের প্রোটোপ্লাজমের প্রধান এবং গুরুত্বপূর্ণ সাংগঠনিক উপাদান যেমন নিউক্লিওপ্রোটিন।

২। খাদ্যরূপে : খাদ্যের প্রধান উপাদান প্রোটিন জীবের দৈহিক প্রোটিন নির্মাণের প্রধান উৎস। উৎপন্ন প্রোটিন দেহের বৃদ্ধি ও ক্ষয়পূরণ করে।

৩। এনজাইমরূপে : জৈব প্রভাবক বা এনজাইম হল এক বিশেষ গঠনের গ্লোবিউলার প্রোটিন। জৈব বিক্রিয়া ও প্রাণরাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহে বিভিন্ন এনজাইমের প্রভাবে ঘটে থাকে।

৪। বাহকরূপে প্রোটিন : জীবদেহে পানি, অক্সিজেন, আয়ন ও অন্যান্য জৈব যৌগ পরিবহন করে রক্তের প্রোটিন কণা RBC বা হিমোগ্লোবিন, WBC ইত্যাদি।

৫। হরমোন প্রোটিন : হরমোন জাতীয় প্রোটিন যেমন ইনসুলিন দেহের নির্দিষ্ট প্রাণ-রাসায়নিক প্রক্রিয়া যেমন গ্লুকোজ বিপাক নিয়ন্ত্রণ করে।

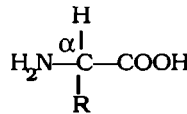
৬। এন্টিবডি : এন্টিবডি প্রোটিন প্রাণিদেহে রোগের বিরুদ্ধে প্রতিরোধ সৃষ্টি করে।

৭। ভাইরাস প্রোটিন : ভাইরাস প্রোটিন রোগ জীবাণুরূপে দেহে রোগ বিস্তার করে।

১১.১২ অ্যামাইনো এসিড বা সরল প্রোটিনের একক

Amino acids and simple protein unit

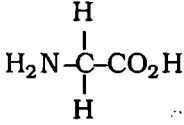
সংজ্ঞা : প্রোটিনসমূহ হল পলিঅ্যামাইড। প্রোটিনের মনোমার একক হল অ্যামাইনো এসিডসমূহ। উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে অ্যামাইনো এসিডসমূহ থেকে প্রোটিন সংশ্লেষিত হয়ে থাকে। অ্যামাইনো এসিডের সাধারণ সংকেত হল নিম্নরূপ :



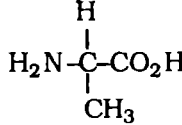
এসব অ্যামাইনো এসিডের আলফা α -কার্বনে [অর্থাৎ $-\text{COOH}$ মূলকের নিকটতম কার্বনে] অ্যামাইনো মূলক ($-\text{NH}_2$) যুক্ত থাকে; তাই এদেরকে α -অ্যামাইনো এসিড বলা হয়। α -কার্বনে সংযুক্ত পার্শ্বিকল R এর ভিন্নতার কারণে অ্যামাইনো এসিডসমূহের রাসায়নিক প্রকৃতি ভিন্ন হয়।

উদাহরণ : R = H হলে গ্লাইসিন, R = $-\text{CH}_3$ হলে এলানিন, R = $-\text{CH}_2\text{SH}$ হলে সিস্টিন।

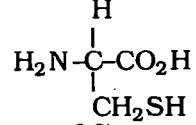
বিভিন্ন প্রকার প্রোটিনের ধর্ম প্রোটিন অণুতে বিদ্যমান অ্যামাইনো এসিডের প্রকৃতির ওপর নির্ভরশীল। গ্লাইসিন, এলানিন, সিস্টিন, লাইসিন, ভ্যালিন ও লিউসিন ইত্যাদির গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ :



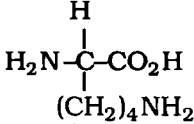
2-অ্যামাইনো ইথানোয়িক এসিড (গ্লাইসিন)



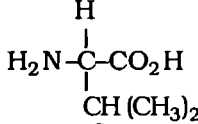
2-অ্যামাইনো প্রোপানোয়িক এসিড (এলানিন)



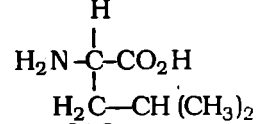
সিস্টিন



2,6-ডাই অ্যামাইনো হেক্সানোয়িক এসিড (লাইসিন)



ভ্যালিন (Valine)

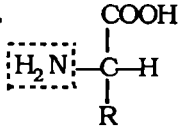


লিউসিন (Leucine)

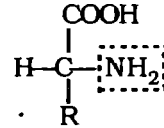
এসিড, ক্ষার ও প্রোটিনেজ এনজাইম দ্বারা প্রোটিন আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে প্রোটিনের ক্ষুদ্রতম একক অ্যামাইনো এসিডে পরিণত হয়।

অ্যামাইনো এসিডের D ও L গঠন : একমাত্র গ্লাইসিন ছাড়া সব অ্যামাইনো এসিডের অণুতে অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা 'কাইরাল কেন্দ্র' আছে। তাই অ্যামাইনো এসিডের দুটি দর্পণ প্রতিবিশ্ব গঠন আছে। এদেরকে পরস্পরের স্টেরিও সমাণু বলা হয়; যেমন, L-অ্যামাইনো এসিড ও D-অ্যামাইনো এসিড। রঞ্জন রশ্মি অপবর্তন (X-ray diffraction) পদ্ধতিতে এদের প্রকৃত কনফিগারেশন নির্ণয় করা হয়।

D ও L গঠন লেখার নিয়ম : যদি লিখিত কনফিগারেশনে কাইরাল কেন্দ্রের উপরে $-\text{COOH}$ মূলক এবং $-\text{NH}_2$ মূলকটি কাইরাল কেন্দ্রের বামে থাকে; তবে এটি হবে L-অ্যামাইনো এসিডের কনফিগারেশন। এর বিপরীত দর্পণ প্রতিবিশ্ব হবে D-অ্যামাইনো এসিড। এতে $-\text{NH}_2$ মূলকটি ডান দিকে থাকে। যেমন,



L- অ্যামাইনো এসিড



D- অ্যামাইনো এসিড

চিত্র ১১.১৩ : L-অ্যামাইনো এসিড ও D-অ্যামাইনো এসিড উভয়ের গঠন দর্পণ প্রতিবিশ্ব

প্রকৃতিতে প্রাপ্ত অধিকাংশ অ্যামাইনো এসিড হল L-কনফিগারেশন যুক্ত। প্রতীক D ও L দ্বারা কাইরাল কেন্দ্রের সাপেক্ষে পারস্পরিক স্থানিক বিন্যাস বোঝানো হয় মাত্র। আলোক সক্রিয়তা বোঝাতে d ও l প্রতীক ব্যবহৃত হয়।



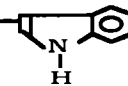
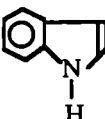

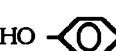


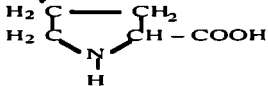
গ্লাইসিন ছাড়া অন্য সব অ্যামাইনো এসিড আলোক সক্রিয়। দ্রবণের pH এর ওপর এদের আলোক সক্রিয়তা নির্ভর করে; এরা নিরপেক্ষ মাধ্যমে দক্ষিণাবর্ত হয়। প্রোটিন গঠনে অ্যামাইনো এসিডসমূহের কেবলমাত্র L-সমাণুগুলো অংশগ্রহণ করে।

শ্রেণীবিভাগ : দেহের জন্য প্রয়োজনীয় বিশটি সাধারণ অ্যামাইনো এসিডের মধ্যে দশটি অ্যামাইনো এসিড দেহের মধ্যে বিভিন্ন যৌগ থেকে টিস্যু বা কলাতন্ত্র দ্বারা প্রস্তুত করা সম্ভব, তাদেরকে অনাবশ্যকীয় বা নন-এসেন্সিয়াল অ্যামাইনো এসিড বলা হয়। এক্ষেত্রে অনাবশ্যক বলতে খাদ্যের সাথে সে সব অ্যামাইনো এসিড সরাসরি গ্রহণ করার প্রয়োজন নেই বোঝানো হয়েছে। এদের মধ্যে গ্লাইসিন, এলানিন, এস্পারটিক এসিড, গুটামিক এসিড ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য।

অপরদিকে দশটি অ্যামাইনো এসিড দেহের মধ্যে টিস্যু বা কলাতন্ত্র দ্বারা সংশ্লেষণ করা সম্ভব হয় না বলে খাদ্যের সাথে এ সব অ্যামাইনো এসিড দেহের প্রয়োজনে অবশ্যই গ্রহণ করতে হয়। তাই এ সব অ্যামাইনো এসিডকে অত্যাবশ্যকীয় বা এসেন্সিয়াল অ্যামাইনো এসিড বলা হয়। এদের মধ্যে লাইসিন, ভ্যালিন, লিউসিন, আরজিনিন, হিস্টিডিন উল্লেখযোগ্য।

চাউল, গম ও শস্যাবলিতে লাইসিন, প্রিয়োনিন, ট্রিপটোফেন ইত্যাদি অ্যামাইনো এসিড থাকে। প্রাণিজ প্রোটিন যেমন দুধ, ডিম, মাংসে প্রায় সব অ্যামাইনো এসিড থাকে। বিভিন্ন প্রকার ডাল ভাত ও রুটির সাথে গ্রহণ করলে এ সব প্রোটিনের অভাব পূরণ হয়।

সারণি-১১.১ : বিভিন্ন প্রোটিন থেকে প্রাপ্ত বিশটি অ্যামাইনো এসিডের আণবিক গঠন $R-CH-COOH$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad NH_2$

অ্যামাইনো এসিড	প্রতীক	α -কার্বনে যুক্ত -R	এসিডের গাঠনিক সংকেত
(ক) অপোলার (হাইড্রোফোবিক)			
১। গ্লাইসিন (glycine)	gly	- H	H_2N-CH_2-COOH
২। এলানিন (Alanine)	ala	- CH_3	$CH_3-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
৩। ভ্যালিন (Valine) (অত্যাবশ্যকীয়)	val	- $CH(CH_3)_2$	$(CH_3)_2CH-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
৪। লিউসিন (Leucine) (অত্যাবশ্যকীয়)	leu	- $CH_2CH(CH_3)_2$	$(CH_3)_2CHCH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
৫। আইসো লিউসিন (Isoleucine) (অত্যাবশ্যকীয়)	ileu	- $CH(CH_3)C_2H_5$	$C_2H_5(CH_3)CH-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
৬। মিথায়োনিন (Methionine) (অত্যাবশ্যকীয়)	met	- $CH_2CH_2-S-CH_3$	$CH_3-S-(CH_2)_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
৭। ফিনাইল এলানিন (Phenylalanine) (অত্যাবশ্যকীয়)	phe	- CH_2 	 - $CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
৮। ট্রিপটোফেন (Tryptophan) (অত্যাবশ্যকীয়)	trp	- CH_2 	 - $CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
(খ) পোলার : নিরপেক্ষ			
৯। সিরিন (Serine)	ser	- CH_2OH	$HOCH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১০। সিস্টিন (Cysteine)	cys	- CH_2SH	$HS-CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১১। থ্রিয়োনিন (Threonine) (অত্যাবশ্যকীয়)	thr	- $CH(OH)CH_3$	$CH_3(OH)CH-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১২। এস্পারজিন (Asparagine)	asn	- CH_2CONH_2	$H_2NCO-CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১৩। গ্লুটামিন (Glutamine)	gln	- $CH_2CH_2CONH_2$	$H_2NCOCH_2CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১৪। টাইরোসিন (Tyrosine)	tyr	- CH_2 	HO  - $CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
(গ) অম্লধর্মী			
১৫। এস্পারটিক এসিড (Aspartic acid)	asp	- CH_2COOH	$HOOC-CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১৬। গ্লুটামিক এসিড (Glutamic acid)	glu	- CH_2CH_2COOH	$HOOC-(CH_2)_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
(ঘ) ক্ষারধর্মী			
১৭। লাইসিন (Lysine) (অত্যাবশ্যকীয়)	lys	- $CH_2(CH_2)_3NH_2$	$H_2N(CH_2)_3CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১৮। আরজিনিন (Arginine) (অত্যাবশ্যকীয়)	arg	- $CH_2(CH_2)_2NH-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{C}=\underset{\substack{| \\ NH_2}}{NH}$	$HN=\underset{\substack{| \\ NH_2}}{C}-NH(CH_2)_3-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
১৯। হিস্টিডিন (Histidine) (অত্যাবশ্যকীয়)	his	- CH_2 	 - $CH_2-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-COOH$
২০। প্রোলিন (Proline)	pro	প্রোলিন হল একটি সেকেন্ডারি অ্যামিন	

অত্যাবশ্যকীয় অ্যামাইনো এসিড ও অনাবশ্যকীয় অ্যামাইনো এসিডের তালিকা নিম্নে দেয়া হল :

(ক) এসেন্সিয়াল বা অত্যাবশ্যকীয় অ্যামাইনো এসিডসমূহ হল (বন্ধনীর মধ্যে নামের প্রতীক)

- | | | |
|-------------------------|------------------------------|------------------------|
| (১) ভ্যালিন (val) | (২) লিউসিন (leu) | (৩) আইসো লিউসিন (ileu) |
| (৪) ফিনাইল এলানিন (phe) | (৫) লাইসিন (lys) | (৬) থ্রিয়োনিন (thr) |
| (৭) মিথিয়োনিন (met) | (৮) ট্রিপটোফেন (try বা, trp) | (৯) আরজিনিন (arg) |
| (১০) হিস্টিডিন (his) | | |

(খ) নন-এসেন্সিয়াল বা অনাবশ্যকীয় অ্যামাইনো এসিডসমূহ হল (বন্ধনীর মধ্যে নামের প্রতীক)

- | | | |
|---------------------------|---------------------|-------------------------|
| (১) গ্লাইসিন (gly) | (২) এলানিন (ala) | (৩) টাইরোসিন (tyr) |
| (৪) সিরিন (ser) | (৫) প্রোলিন (pro) | (৬) এসপারাজিন (asn) |
| (৭) সিস্টিন (cys) | (৮) গ্লুটামিন (gln) | (৯) এসপারটিক এসিড (asp) |
| (১০) গ্লুটামিক এসিড (glu) | | |

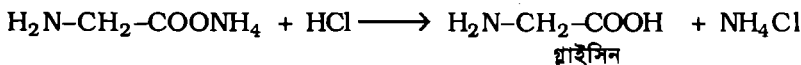
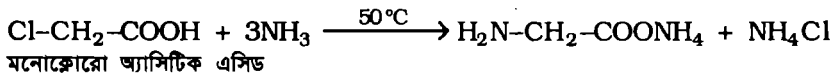
১১.১৩ α-অ্যামাইনো এসিড সংশ্লেষণ

Synthesis of α-amino acids

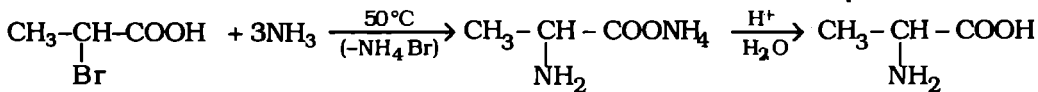
সরল α-অ্যামিনো এসিডসমূহকে নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে সংশ্লেষণ করা যায় :

১। আল্ফা হ্যালো এসিডের অ্যামিনেশন দ্বারা : α-ক্লোরো বা α-ব্রোমো কার্বঞ্জিলিক এসিডকে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াসহ 50° C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে আল্ফা অ্যামাইনো এসিডের অ্যামোনিয়াম লবণ উৎপন্ন হয়। পরে একে অম্লীয় মাধ্যমে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে α-অ্যামাইনো এসিড উৎপন্ন হয়।

উদাহরণ : ১। মনোক্লোরো অ্যাসিটিক এসিডকে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াসহ উত্তপ্ত করলে প্রথমে α-অ্যামাইনো অ্যাসিটিক এসিডের অ্যামোনিয়াম লবণ ও পরে একে লঘু HCl সহ উত্তপ্ত করলে গ্লাইসিন বা α-অ্যামাইনো অ্যাসিটিক এসিড উৎপন্ন হয়।



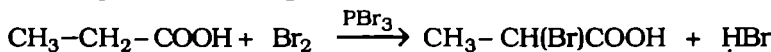
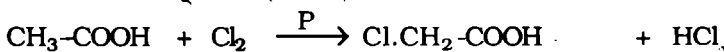
২। অনুরূপভাবে α-ব্রোমো প্রোপিয়োনিক এসিডকে অ্যামোনিয়াসহ উত্তপ্ত করে প্রাপ্ত অ্যামোনিয়াম লবণকে লঘু HCl সহ উত্তপ্ত করলে এলানিন উৎপন্ন হয়।



α- ব্রোমো প্রোপিয়োনিক এসিড

এলানিন

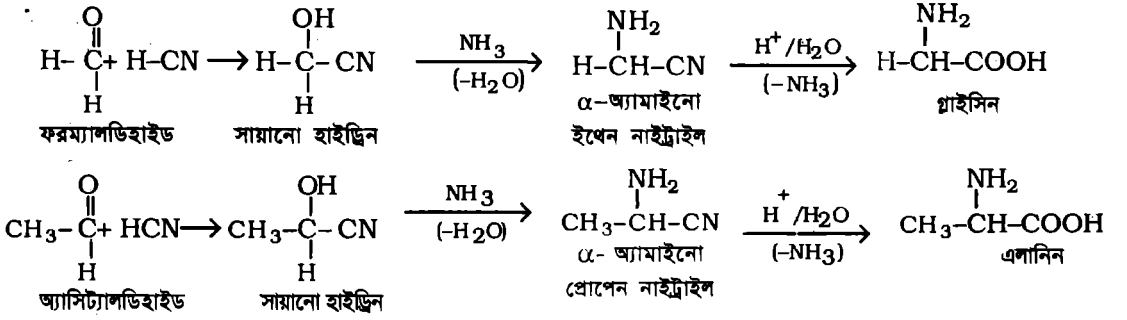
লোহিত ফসফরাসের উপস্থিতিতে মনোক্লোরো অ্যাসিডের সাথে ক্লোরিন বা ব্রোমিনের বিক্রিয়া দ্বারা প্রয়োজনীয় α- হ্যালো এসিড নিম্নরূপে প্রস্তুত করা হয় :



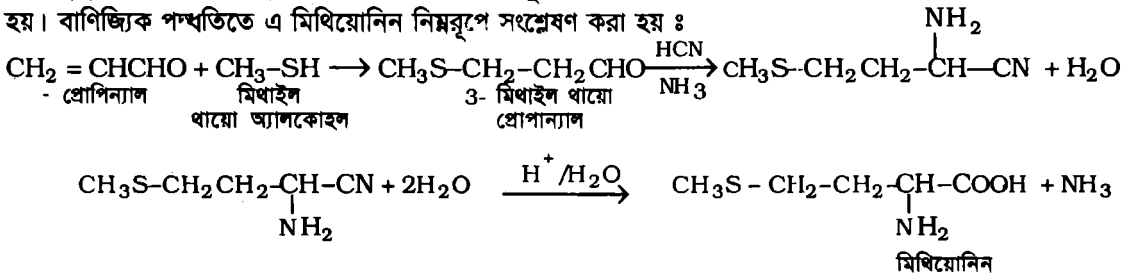
পরিকল্পনা কর : ভ্যালিন ও লিউসিন প্রভৃতি α-অ্যামাইনো এসিড কিরূপে প্রস্তুত করা যায় ?

২। স্ট্র্যাকচার সংশ্লেষণ পদ্ধতি দ্বারা : অ্যালডিহাইডের সাথে হাইড্রোজেন সায়ানাইড (HCN) এর বিক্রিয়ায় সায়ানো হাইড্রিন প্রস্তুত করে তাকে অ্যামোনিয়ার সাথে উত্তপ্ত করলে α-অ্যামাইনো অ্যালকেন নাইটাইল উৎপন্ন হয় এবং তাকে অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে α-অ্যামাইনো এসিড পাওয়া যায়।

(১) গ্লাইসিন ও এলানিন সংশ্লেষণ : গ্লাইসিন ও এলানিন সংশ্লেষণ এই পদ্ধতিতে ফরম্যালাডিহাইড থেকে গ্লাইসিন এবং অ্যাসিট্যালাডিহাইড থেকে এলানিন প্রস্তুত করা যায়। যেমন,



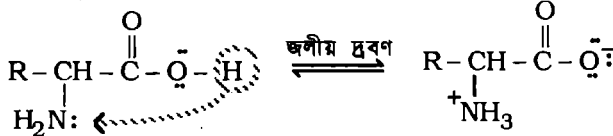
(২) মিথিয়োনিন সংশ্লেষণ : পোলট ফার্মের মুরগির খাবারের সাথে মিথিয়োনিন অ্যামাইনো এসিড মিশানো হয়। বাণিজ্যিক পদ্ধতিতে এ মিথিয়োনিন নিম্নরূপে সংশ্লেষণ করা হয় :



১১.১৪ α-অ্যামাইনো এসিডের ধর্ম Properties of α-amino acids

সাধারণত অ্যামাইনো এসিডগুলো বর্ণহীন কেলাস, মিষ্টি অথবা তিক্ত। এরা পানিতে দ্রবণীয়; কিন্তু অ্যালকোহলে দ্রবণীয় নয়। মৃদু এসিড ও ক্ষারে দ্রবণীয় অ্যামাইনো এসিড লবণ উৎপন্ন করে। তাদের গলনাঙ্ক অপেক্ষাকৃত উচ্চ এবং 200°C এর উর্ধ্বে।

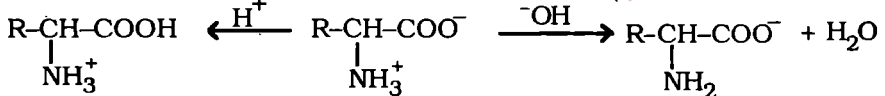
অ্যামাইনো এসিড অণুতে পরস্পর বিরোধী এসিড মূলক (যেমন, COOH) ও ক্ষারক মূলক (যেমন, NH₂) যুক্ত থাকায় তারা উভধর্মী। এ উভধর্মী অ্যামাইনো এসিড জলীয় দ্রবণে এর কার্বক্সিল মূলক (-COOH) থেকে একটি প্রোটন ছেড়ে দিলে তা ক্ষারধর্মী অ্যামিনো -NH₂ মূলক গ্রহণ করে অন্তঃ অন্ন ক্ষার বিক্রিয়া (intra acid-base reaction) দ্বারা অন্তঃ লবণ গঠন করে। তখন একই অণুতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক বিদ্যুৎ চার্জ বিরাজ করে, এরূপ উভধর্মী আয়নকে জুইটার আয়ন বলে। যেমন, [Zwitter ion : (German) ion of both kinds]



α- অ্যামাইনো এসিড

জুইটার আয়ন

অম্লীয় মাধ্যম ও ক্ষারীয় মাধ্যমে জুইটার আয়নের পরিবর্তন : অ্যামাইনো এসিডের জলীয় দ্রবণে লঘু এসিড দ্রবণ অর্থাৎ H⁺ আয়ন যোগ করলে জুইটার আয়নের ঋণাত্মক চার্জ দূর হয়। কিন্তু লঘু ক্ষার দ্রবণ অর্থাৎ OH⁻ আয়ন যোগ করলে অ্যামাইনো মূলকযুক্ত প্রোটন মুক্ত হয়ে পানি অণু গঠন করে। অর্থাৎ জুইটার আয়ন অম্লীয় মাধ্যমে ক্যাটায়ন (যেমন, -NH₃⁺) এবং ক্ষারীয় মাধ্যমে অ্যানায়ন (যেমন, -CO₂⁻) রূপে বিরাজ করে।



ক্যাটায়ন বা, ধনাত্মক আয়ন (অম্লীয় মাধ্যমে)

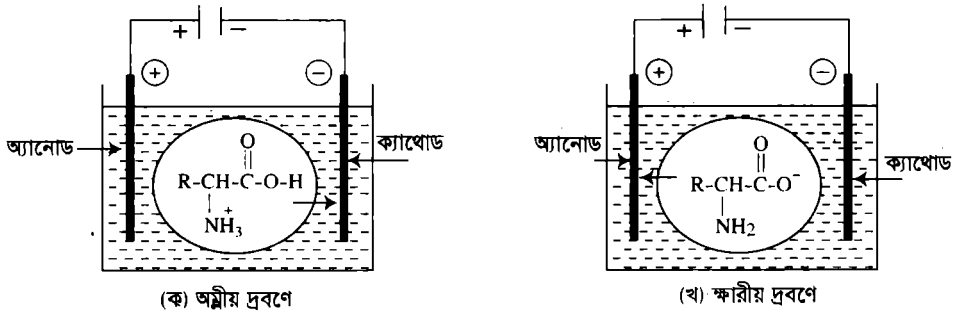
জুইটার আয়ন

অ্যানায়ন বা, ঋণাত্মক আয়ন (ক্ষারীয় মাধ্যমে)

কিন্তু একটি নির্দিষ্ট pH মান পর্যন্ত জুইটার আয়ন কোনরূপ চার্জ বহন করে না এবং বৈদ্যুতিক প্রবাহে নিষ্ক্রিয় থাকে। অ্যামাইনো এসিড দ্রবণের এ সুনির্দিষ্ট pH মানকে আইসো-ইলেকট্রিক pH (IpH) বলা হয়।

বিভিন্ন অ্যামাইনো এসিডের আইসো-ইলেকট্রিক pH ভিন্ন ভিন্ন হওয়ায় তাদের শনাক্তকরণ সুবিধাজনক হয়। যেমন, লাইসিন, এলানিন, গ্লাইসিন, সিরিন ও এসপারটিক এসিড-এর আইসো-ইলেকট্রিক pH হল যথাক্রমে 9.7, 6.1, 6.0, 5.7 ও 2.8।

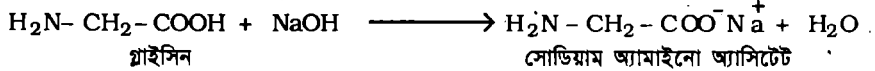
ইলেকট্রোফোরেসিস : অম্লীয় দ্রবণে অ্যামাইনো এসিড অণু ধনাত্মক আয়ন বা ক্যাটায়নরূপে এবং ক্ষারীয় দ্রবণে তা ঋণাত্মক আয়ন বা অ্যানায়নরূপে থাকে। তাই অ্যামাইনো এসিডের অম্লীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ চালনা করলে ধনাত্মক আয়ন ক্যাথোডে স্থানান্তরিত হয়। অপরদিকে ক্ষারীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ চালনা করলে ঋণাত্মক আয়ন অ্যানোডে স্থানান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়া দুটিকে যথাক্রমে ক্যাটাকোরেসিস ও অ্যানাকোরেসিস বলে। উভয় প্রক্রিয়াকে একত্রে ইলেকট্রোফোরেসিস বলে। প্রোটিনের আর্দ্র বিশ্লেষণে উৎপন্ন অ্যামাইনো এসিডের পৃথকীকরণ ও মাত্রিক বিশ্লেষণ ইলেকট্রোফোরেসিস দ্বারা করা হয়; [চিত্র ১১.১৪]।



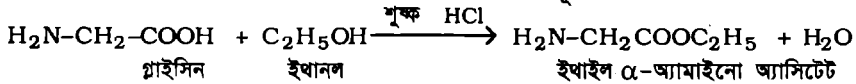
চিত্র ১১.১৪ : অ্যামাইনো এসিডের ইলেকট্রোফোরেসিস

(ক) অ্যামাইনো এসিডের অম্ল ধর্ম

১। অ্যামাইনো এসিড সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাথে অম্লরূপে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম লবণ উৎপন্ন করে।

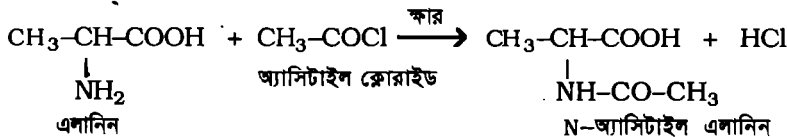


২। এস্টারিকরণ : শুষ্ক HCl গ্যাসের উপস্থিতিতে অ্যামাইনো এসিড অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়া করে এস্টার গঠন করে। এখানে অ্যামাইনো এসিড অ্যালকোহলের সাথে এসিডরূপে ক্রিয়া করেছে।

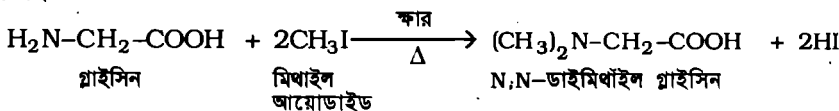


(খ) অ্যামাইনো এসিডের ক্ষার ধর্ম

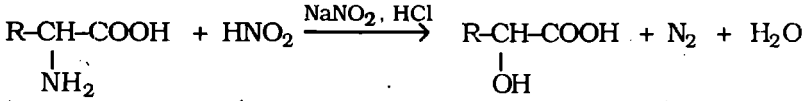
৩। অ্যাসাইলকরণ : অ্যামাইনো এসিডের শীতল ক্ষারীয় দ্রবণে অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড যুক্ত করলে N-অ্যাসিটাইল অ্যামাইনো এসিড উৎপন্ন হয়। এখানে অ্যামাইনো এসিডের ক্ষার ধর্ম প্রকাশ পেয়েছে।



৪। মিথাইল মূলক যুক্তকরণ : ক্ষারীয় অ্যামাইনো এসিডের দ্রবণে মিথাইল আয়োডাইড মিশ্রিত করলে অ্যামাইনো মূলকটির উভয় H-পরমাণু মিথাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। এখানে অ্যামাইনো এসিড ক্ষারধর্ম প্রকাশ করেছে।



৫। নাইটাস এসিডের সাথে বিক্রিয়া : অ্যামাইনো এসিডের α -অ্যামাইনো মূলকটি নাইটাস এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে α -হাইড্রক্সি এসিড ও নাইটোজেন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন নাইটোজেন পরিমাপ করে অ্যামাইনো এসিড ও প্রোটিনে মুক্ত অ্যামাইনো মূলকের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।



উল্লেখ্য উৎপন্ন N_2 গ্যাসের অর্ধেক অ্যামাইনো এসিড থেকে এবং অপর অর্ধেক HNO_2 থেকে উৎপন্ন হয়।

(গ) অ্যামাইনো এসিডের পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ

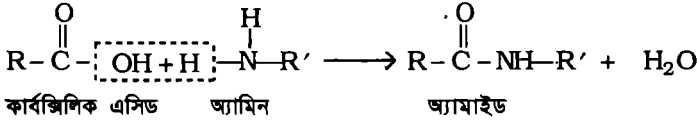
পেপার ক্রোমাটোগ্রাফি দ্বারা অ্যামাইনো এসিডের পৃথক ও শনাক্তকরণ করা যায়। এছাড়া আইসো-ইলেকট্রিক pH, ইলেকট্রোফোরেসিস ও আয়ন বিনিময় পদ্ধতিতে অ্যামাইনো এসিডের শনাক্তকরণ ও পৃথকীকরণ করা যায়।

১১.১৫ পেপটাইড বন্ধন ও প্রোটিন

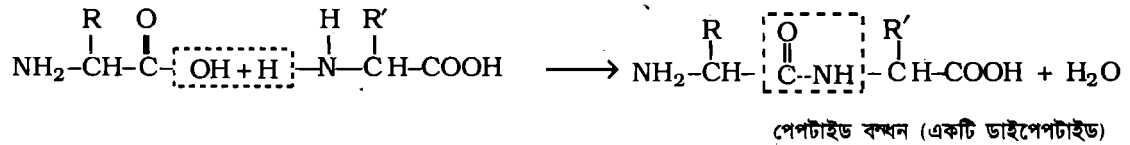
Peptide Linkage and Protein

অ্যামাইনো এসিডের সবচেয়ে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম হল পলিমারকরণ। উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে এনজাইমের প্রভাবে অ্যামাইনো এসিডসমূহ পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় প্রথমে বিভিন্ন পেপটাইড গঠন করে এবং পরে বিভিন্ন পেপটাইড পুনরায় পলিমারকরণের মাধ্যমে প্রোটিনে পরিণত হয়।

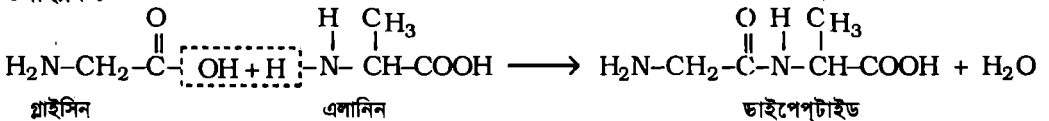
(ক) পেপটাইড বন্ধন : কার্বক্সিলিক মূলক ($-\text{COOH}$) যুক্ত যৌগ ও অ্যামিনো মূলক ($-\text{NH}_2$) যুক্ত যৌগের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগকে অ্যামাইড বলে। সুতরাং অ্যামাইড যৌগের কার্যকরী মূলক হল $-\text{CONH}-$ । যেমন,



একটি অ্যামাইনো এসিডের কার্বক্সিল মূলক ও অপর একটি অ্যামাইনো এসিডের α -অ্যামাইনো মূলকের সাথে বিক্রিয়ায় পানি অণু অপসারণের পর যুক্ত হয়ে যে অ্যামাইড বন্ধন গঠিত হয় তাকে পেপটাইড বন্ধন বলে। দুটি ভিন্ন অ্যামাইনো এসিড একটি পেপটাইড বন্ধন দ্বারা একটি ডাইপেপটাইড গঠন করে। পেপটাইড বন্ধন হল দ্বিযোজী অ্যামাইড বন্ধন ($-\text{CONH}-$)।

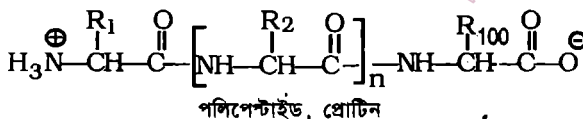


উদাহরণ :



অনুরূপভাবে তিনটি অ্যামাইনো এসিড পেপটাইড বন্ধনে যুক্ত হয়ে ট্রাইপেপটাইড গঠন করে। চারটি অ্যামাইনো এসিড থেকে টেট্রাপেপটাইড গঠিত হয়। বিভিন্ন অ্যামাইনো এসিডের প্রায় 50টি অণু পেপটাইড বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে পলিপেপটাইড সৃষ্টি করে। অ্যামাইনো এসিডের একশত বা ততোধিক অণু পেপটাইড বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হলে তাকে প্রোটিন বলে। অর্থাৎ প্রোটিন হল পলিপেপটাইড যৌগ।

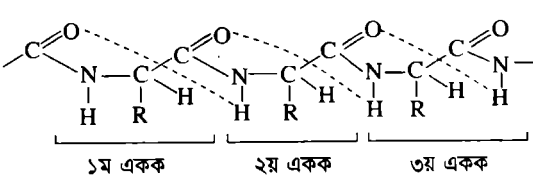
(খ) প্রোটিন : পেপটাইড বন্ধনে আবদ্ধ পলিপেপটাইডের শিকলে অ্যামাইনো এসিডের অণুর সংখ্যা যখন এক শত থেকে চার শত হয় তখন অ্যামাইনো এসিডের উক্ত পলিমারটিকে প্রোটিন বলা হয়। বিভিন্ন শ্রেণীর প্রোটিন আছে। প্রোটিন অণুর পেপটাইড শিকলের এক প্রান্তে একটি মুক্ত অ্যামাইনো মূলক ($-\text{NH}_2$) এবং অপর প্রান্তে একটি মুক্ত কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$) থাকে। প্রোটিন পলিপেপটাইড হওয়ায় জুইটার আয়নরূপে থাকে। সব প্রোটিন আলোক সক্রিয়।



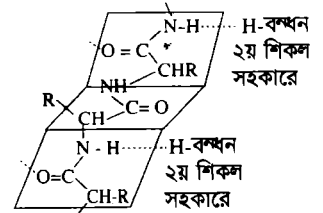
(২) সেকেন্ডারি গঠন : প্রোটিনের একক দীর্ঘ শিকলের বিভিন্ন পেপটাইড বন্ধনের $>C=O$ মূলক ও $-NH$ মূলকের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন ঘটে। তখন পেপটাইড শিকল কর্কের স্কুর মত ডান কুণ্ডলী ধারণ করে; একে α -হেলিক্স গঠন বলা হয়। এরূপ আকৃতিকে প্রোটিনের সেকেন্ডারি গঠন (secondary structure) বলা হয়। সাধারণত পলিপেপটাইড শিকলের অ্যামাইনো এসিডের পার্শ্বশিকল ($-R$) বড় হলে তখন α -হেলিক্স গঠন সৃষ্টি হয় যেমন α -কেরাটিন দ্বারা সৃষ্ট উল, নক, ও চুলজাতীয় তন্তুময় বা ফাইব্রাস প্রোটিনে এরূপ গঠন থাকে।

অপরদিকে দুটি পৃথক প্রোটিন শিকল এদের কার্বনিল মূলক ($>C=O$) ও ইমিডো মূলক ($-NH-$) গুলোর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত হতে পারে। এরূপে অনেকগুলো প্রোটিন শিকল হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে পাতলা কাগজের মত প্রোটিন শিট গঠন করে। এরূপ প্রোটিন শিটগুলো একটির ওপর অপরটি ভাঁজ হয়ে প্রোটিনের সেকেন্ডারি গঠন দৃঢ় করে। এরূপ গঠনকে β -ভাঁজকৃত শিট গঠন (β -Pleated sheet) বলে। মাংসপেশী, টেনডন, ধমনী ইত্যাদির তন্তুময় বা ফাইব্রাস প্রোটিনের গঠন এরূপ।

সেকেন্ডারি গঠনের বৈশিষ্ট্য : এদেরকে টান দিলে রাবারের মত লম্বা হয়। তখন হাইড্রোজেন বন্ধন ভেঙে গিয়ে প্রোটিনের প্রাইমারি সরলরৈখিক গঠন লাভ করে। ছেড়ে দিলে পূর্বের মত হাইড্রোজেন বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে। সেকেন্ডারি গঠন দ্বারা পলিপেপটাইড শিকল দৃঢ়তা লাভ করে।



α -হেলিক্স গঠনের প্রোটিন শিকল



β -ভাঁজকৃত শিটগঠন

চিত্র ১১.১৫ : পেপটাইড শিকলে $>C=O$ মূলক ও $-NH-$ মূলকের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন (.....)

(৩) টারসিয়ারি গঠন : প্রোটিন শিকল প্রথমে সেকেন্ডারি হেলিক্স গঠন করে এবং পরে খুব চাপা ভাঁজকৃত ও প্যাচানো ত্রিমাত্রিক গঠন সৃষ্টি করে থাকে। এরূপ ত্রিমাত্রিক গঠনকে প্রোটিনের টারসিয়ারি গঠন এবং ঐ গঠনবিশিষ্ট প্রোটিনকে গ্লোবিউলার বা বর্জুলাকার প্রোটিন বলে।

টারসিয়ারি গঠনে বন্ধন বৈশিষ্ট্য : টারসিয়ারি প্রোটিনের বেলায় প্রোটিন শিকলের মধ্যে (১) হাইড্রোজেন বন্ধনসহ (২) পোলার মূলক যেমন, কার্বক্সিলেট মূলক ($-CO_2^-$) ও $-\dot{N}H_3$ মূলকের মধ্যে সল্ট বন্ধন এবং (৩) সিস্টিন অ্যামাইনো এসিডের মধ্যে ডাইসালফাইড বন্ধন গঠন করে। সুতরাং প্রোটিনের টারসিয়ারি গঠনে তিন প্রকার বন্ধন α -হেলিক্স-এর কুণ্ডলীর মধ্যে থাকে। যেমন ডিমের সাদা অংশ অ্যালবুমিন, রক্তের RBC এর হিমোগ্লোবিন, অস্থির উপরিস্থিত মায়োগ্লোবিন, দুধের কেসিন ইত্যাদি টারসিয়ারি প্রোটিন।

গ্লোবিউলার প্রোটিন বা টারসিয়ারি প্রোটিনের ভৌত ধর্মের বৈশিষ্ট্য : সব গ্লোবিউলার প্রোটিন পানিতে কোলয়েড দ্রবণ তৈরি করে। কিন্তু তাপের প্রভাবে অথবা এসিড ও ক্ষার দ্রবণে তাদের টারসিয়ারি ত্রিমাত্রিক আণবিক গঠন হারায় এবং জমাটবদ্ধ হয়ে অদ্রবণীয় তন্তুময় সরলরৈখিক প্রাইমারি প্রোটিনে পরিণত হয়। একে প্রোটিনের স্বভাবচ্যুতি (denaturation) বলে। স্বভাবচ্যুত প্রোটিন অণুর অন্তঃপেপটাইড শিকলের সল্ট বন্ধনও হাইড্রোজেন বন্ধনগুলোর পরিবর্তন অথবা আংশিক বিভাজন ঘটে। ফলে প্রোটিনের ভৌত ধর্মে পরিবর্তন ঘটে। যেমন, স্বভাবচ্যুত প্রোটিন পানিতে অদ্রবণীয় ও জমাটবদ্ধ হয়।

প্রোটিনের স্বভাবচ্যুতির একটি সাধারণ উদাহরণ হল অ্যালবুমিন প্রোটিনের তাপীয় পরিবর্তন। ডিমের সাদা অংশ অ্যালবুমিন হল টারসিয়ারি প্রোটিন। এটি তাপের প্রভাবে এর টারসিয়ারি ত্রিমাত্রিক আণবিক গঠন হারিয়ে সরলরৈখিক প্রাইমারি প্রোটিনে পরিণত হয়। ফলে এটি জমাট বাঁধে এবং শক্ত ও অদ্রবণীয় হয়।

১১.১৭.১ এনজাইম (Enzyme)

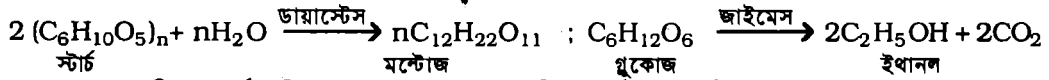
এনজাইম : জৈবিক বিক্রিয়ায় প্রভাবক বা অনুঘটকরূপে ক্রিয়াশীল টারসিয়ারি প্রোটিনকে এনজাইম বলে। সাধারণত উদ্ভিদ ও প্রাণীর বিশেষ কোষ থেকে এনজাইমসমূহ নিঃসৃত হয়। এনজাইমসমূহের আণবিক গঠনের পেপটাইড শিকলের α -হেলিক্সটি খুব চাপা তাঁজযুক্ত ও প্যাঁচানো ত্রিমাত্রিক গঠন আকারে থাকে। এরূপ প্রোটিনকে গ্লোবিউলার বা বর্তুলাকার প্রোটিন বলে। তাদের এ অনুঘটন বা প্রভাবন ক্রিয়া তাদের আণবিক ত্রিমাত্রিক গঠনের ওপর নির্ভরশীল। যেমন,

স্টার্চের আর্দ্র বিশ্লেষণে মন্টোজ উৎপন্ন হয়। এতে প্রভাবকরূপে ডায়াস্টেজ এনজাইম এবং গ্লুকোজ বিয়োজনে ইথানল উৎপন্ন করতে জাইমেস এনজাইম প্রভাবকরূপে কাজ করে।

(ক) প্রভাবকরূপে এনজাইমের বৈশিষ্ট্য :

এনজাইমের দুটি প্রধান বৈশিষ্ট্য হল সুনির্দিষ্ট ক্রিয়াশীলতা ও অত্যধিক কার্যকারিতা। যেমন,

(১) সুনির্দিষ্ট ক্রিয়াশীলতা : প্রত্যেক এনজাইমের প্রভাবন ক্রিয়া সুনির্দিষ্ট। এজন্য সজীব কোষে এত অধিক সংখ্যক এনজাইম অনায়াসে পৃথক প্রভাবন ক্রিয়া করতে পারে। যেমন, স্টার্চের আর্দ্রবিশ্লেষণে ডায়াস্টেজ এবং একই দ্রবণে গ্লুকোজের বিয়োজনে জাইমেস এনজাইম ক্রিয়া করে।



(২) অত্যধিক কার্যকারিতা : এনজাইমের অত্যধিক কার্যকারিতা নিম্নের উদাহরণ থেকে সুস্পষ্ট হয়। রক্তের লোহিত কণিকায় কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ এনজাইম থাকে। এর প্রভাবে কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) বিয়োজিত হয়ে CO_2 ও পানি উৎপন্ন করে।

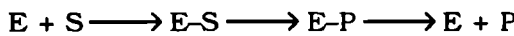


স্বাভাবিক অবস্থায় এক অণু অ্যানহাইড্রেজ এনজাইম কার্বনিক এসিডের 360 লক্ষ অণুকে এক মিনিটে বিয়োজিত করে। তাই শরীরের তরল পদার্থে ও টিসুতে CO_2 এর ঘনমাত্রা নিয়ন্ত্রণে এ কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ এনজাইমের ভূমিকা আছে। সাধারণ বিক্রিয়ার তুলনায় এনজাইম প্রভাবিত জৈবিক বিক্রিয়া 10 লক্ষ গুণের অধিক হারে ঘটে। যে কোন এনজাইমের অভাবে শারীরবৃত্তীয় কার্যে ব্যাঘাত ঘটে। ফলে দেহে জটিল রোগের সৃষ্টি হতে পারে। একটি আদর্শ কোষে প্রায় 3000 প্রকার বিভিন্ন এনজাইম ক্রিয়াশীল থাকে।

(খ) এনজাইমের প্রভাবন ক্রিয়ার শর্ত :

বিক্রিয়াকালে দ্রবণের (১) pH এর মান 7 এর কাছাকাছি থাকা প্রয়োজন। (২) দ্রবণের তাপমাত্রা $37^\circ C$ অথবা এর কাছাকাছি থাকা প্রয়োজন। কারণ এ তাপমাত্রার পরিসরে এনজাইমের অণুসমূহে ত্রিমাত্রিক পলিপেপটাইড শিকলের গঠন সুস্থিত থাকে। তখন এনজাইম প্রভাবকরূপে ক্রিয়া করতে পারে। (৩) কিন্তু দ্রবণের pH-এর অধিক পরিবর্তন ও তাপমাত্রার অধিক বৃদ্ধির ফলে ($47^\circ C$ এর উর্ধ্বে) গ্লোবিউলার প্রোটিনের ধর্ম মতে এনজাইম স্বভাবচ্যুত হয় এবং তখন প্রভাবন ক্ষমতা হারায়।

(গ) এনজাইম ক্রিয়ার মেকানিজম : এনজাইমরূপে ক্রিয়াশীল ত্রিমাত্রিক বর্তুলাকার প্রোটিন অণুতে বিক্রিয়ক অণু ধারণের বিশেষ আকৃতির সক্রিয় স্থান (active site) থাকে। বিক্রিয়ক অণুর গঠন আকৃতি ও এনজাইমের সক্রিয় স্থানের গঠন আকৃতি একই রূপ হলে তখন ঐ বিক্রিয়ক অণুকে (S) এনজাইম অণু (E) ঐ সক্রিয় স্থানে আবদ্ধ করে ফেলে। এর ফলে সক্রিয় জটিল (E-S) সৃষ্টি হয়, তা পরে বন্ধনে বিভাজন ঘটিয়ে উৎপাদ জটিল (E-P) এ রূপান্তরিত হয়। শেষে উৎপাদ জটিল বিয়োজিত হয়ে সক্রিয় স্থান থেকে উৎপাদ (P) অণু মুক্ত হয়। এরূপে প্রভাবন ক্রিয়া চলতে থাকে।



এনজাইম অণুর সক্রিয় স্থানে আবদ্ধ অবস্থায় বিক্রিয়ক অণুর সক্রিয়ণ শক্তি হ্রাস পায়, তাই বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়।

সারণি ১১.২ : কতিপয় সাধারণ এনজাইমের বিবরণ

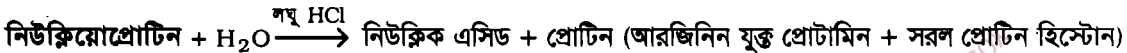
এনজাইমের নাম	প্রধান উৎস	সাবস্ট্রেট বা যাকে আক্রমণ করে	উৎপাদ প্রবাহ
(ক) কার্বহাইড্রেজ			
১। সেলুলেজ	ছত্রাক, ব্যাকটেরিয়া, শামুক	সেলুলোজ →	গ্লুকোজ ও অন্যান্য ক্ষুদ্র স্যাকারাইড
২। অ্যামাইলেজ	লালা গ্রন্থি, অগ্ন্যাশয়, অঙ্কুরিত বীজ	স্টার্চ, ডেক্সট্রিন →	মাল্টোজ (গ্লুকোজ + গ্লুকোজ)
৩। স্ট্রোজ (ইনভার্টেজ)	ইস্ট, অক্ট্রীয় রস	সুক্রোজ →	গ্লুকোজ + ফুকটোজ
৪। ল্যাক্টেজ	অম্লের বিপ্লি	ল্যাকটোজ →	গ্লুকোজ + গ্যালাক্টোজ
৫। ম্যাল্টেজ	মল্ট, ক্ষুদ্রান্ত্র, ইস্ট	মাল্টোজ →	গ্লুকোজ + গ্লুকোজ
৬। ইনুলিনেজ	ছত্রাক, ব্যাকটেরিয়া, শামুক	ইনুলিন →	ফুকটোজ + ফুকটোজ
(খ) প্রোটিনেজ			
১। পেপসিন	পাকস্থলীর পরিপাক রস	প্রোটিন →	অ্যামাইনো এসিড ক্ষুদ্রতর, পেপটাইড
২। ট্রিপসিন	অগ্ন্যাশয়, গ্রন্থি	প্রোটিন →	অ্যামাইনো এসিড
(গ) লিপেজ			
১। লিপেজ	অগ্ন্যাশয়, উদ্ভিদকোষ	তৈল ও চর্বি →	ফ্যাটি এসিড + গ্লিসারিন
২। এস্টারেজ	যকৃত, উদ্ভিদ কোষ	1° অ্যালকোহলের এস্টার →	অ্যালকোহল + ফ্যাটি এসিড
৩। কোলএস্টারেজ	রক্ত, অন্যান্য দেহকোষ	কোলস্টেরলের এস্টার →	কোলস্টেরল + ফ্যাটি এসিড
৪। লেসিথিনেজ	বৃক, মগজ, অম্লের বিপ্লি	লেসিথিন →	ডাইগ্লিসারাইড + কোলিন + ফসফেট
(ঘ) অন্যান্য এনজাইম :	১। নিউক্লিয়েজ (nucleases)	DNA, RNA →	নিউক্লিয়োটাইডস্
	২। DNA পলিমারেজ	ডিঅক্সিনিউক্লিয়োটাইড ট্রাইফসফেটস্ →	DNA
	৩। RNA পলিমারেজ	রাইবোনিউক্লিয়োটাইড ট্রাইফসফেটস্ →	RNA

নিউক্লিক এসিড

১১.১৮ নিউক্লিয়োপ্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড

Nucleoproteins and Nucleic Acids

নিউক্লিয়োপ্রোটিন : এটি হল জীবন্ত কোষের অন্যতম প্রধান উপাদান। নিউক্লিয়োপ্রোটিন হল সরল প্রোটিন ও বৃহৎ আণবিক ভরবিশিষ্ট নিউক্লিক এসিডের সমন্বয়ে গঠিত যুগ্মপ্রোটিন। তাই লঘু ক্ষার অথবা এসিড সহযোগে নিউক্লিয়োপ্রোটিনকে মৃদুভাবে আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে তা প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড অংশে বিশ্লিষ্ট হয়। প্রোটিন অংশটি ক্ষারধর্মী এবং এতে অধিক পরিমাণে আরজিনিনযুক্ত প্রোটামিন ও হিস্টোন জাতীয় সরল প্রোটিন থাকে।



নিউক্লিক এসিড : যে সব দীর্ঘ শিকল প্রাকৃতিক পলিমার জীব কোষের নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজমে অবস্থান করে এবং প্রজাতির বংশগতিধারা সংরক্ষণ, প্রোটিন ও এনজাইম সংশ্লেষণে প্রধান ভূমিকা রাখে, তাদেরকে নিউক্লিক এসিড বলে। প্রাণিদেহের ঘায়ের পূজ কোষের নিউক্লিয়াস থেকে সর্বপ্রথম পৃথক করা এবং এদের প্রকৃতি অল্পধর্মী হওয়ায় এদের নাম নিউক্লিক এসিড রাখা হয়। নিউক্লিক এসিড দু প্রকার :

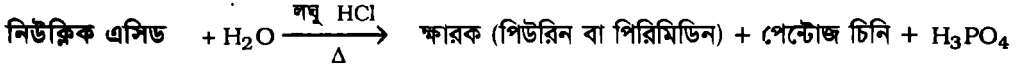
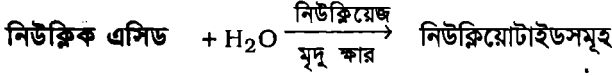
(১) ডিঅক্সিরাইবোনিউক্লিক এসিড (deoxyribonucleic acid) বা DNA (ডিএনএ)

(২) রাইবোনিউক্লিক এসিড (ribonucleic acid) বা RNA (আরএনএ)

DNA অণুগুলো খুবই বড় (আপেক্ষিক আণবিক ভর 60 লক্ষ থেকে 160 লক্ষ) — এরা নিউক্লিয়াসে থাকে।

RNA অণুগুলো কিছুটা ছোট (আপেক্ষিক আণবিক ভর 20,000 - 40,000); এরা নিউক্লিয়াসের বাইরে সাইটোপ্লাজমে থাকে।

(ক) নিউক্লিক এসিডের আর্দ্র বিশ্লেষণ : এনজাইম নিউক্লিয়েজ এবং মৃদু ক্ষারের প্রভাবে নিউক্লিক এসিড আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে এর মনোমার বা গাঠনিক একক নিউক্লিয়োটাইডে বিভক্ত হয়। কিন্তু নিউক্লিক এসিডকে অল্প অথবা ক্ষার দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ বিশ্লেষণ করলে পিউরিন বা পিরিমিডিন ক্ষারক, পেটোজ চিনি ও ফসফরিক এসিড উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ প্রতি অণু নিউক্লিয়োটাইডে এক অণু ক্ষারক (পিউরিন অথবা পিরিমিডিন), এক অণু রাইবোজ অথবা ডিঅক্সিরাইবোজ চিনি এবং এক অণু ফসফরিক এসিড থাকে।

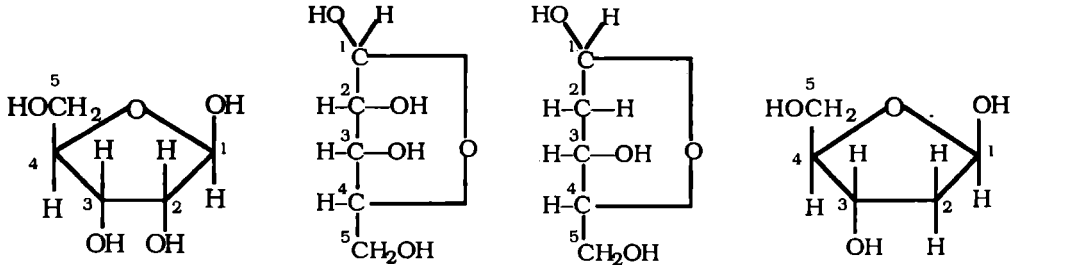


১১.১৯ নিউক্লিক এসিডের পেটোজ চিনি

Pentose Sugar of Nucleic Acids

নিউক্লিক এসিডের রাইবোজ চিনি : নিউক্লিক এসিডের একক নিউক্লিয়োটাইডে β -D-রাইবোজ অথবা β -D-2-ডিঅক্সি রাইবোজ থাকে। পাঁচ কার্বন পরমাণুযুক্ত D-রাইবোজের মুক্তশিকল 1নং C পরমাণু ও 4নং C পরমাণুর মধ্যে একটি অক্সিজেন পরমাণুর মাধ্যমে সংযোগ ঘটিয়ে সুস্থিত পাঁচ পরমাণু সদস্যবিশিষ্ট বিষম চাক্রিক গঠন সৃষ্টি করে। D-রাইবোজের এরূপ পঞ্চভুজ চক্রকে ফিউরানোজ চক্র বলে। এরূপ চাক্রিক গঠনের α -D- রাইবোজ ও β -D-রাইবোজ নামক দুটি অ্যানোমার সৃষ্টি হয়। [অনুচ্ছেদ ১১.৭ দ্রষ্টব্য।] β -D-রাইবোজ অধিকতর স্থিতিশীল বলে RNA ও DNA গঠনে যুক্ত থাকে।

RNA বা রাইবোনিউক্লিক এসিডের চিনি উপাদান হল β -D-রাইবোজ এবং DNA বা ডিঅক্সিরাইবোনিউক্লিক এসিডের চিনি উপাদান হল β -D-2-ডিঅক্সিরাইবোজ। উভয় ক্ষেত্রে চিনির আণবিক গঠন পঞ্চভুজ আকৃতির β -D-ফিউরানোজ চাক্রিক গঠন হয়ে থাকে।



β -D- রাইবোফিউরানোজ
[β -D- রাইবোজের বলয় গঠন]

β -D- রাইবোজ

β -D- 2-ডিঅক্সিরাইবোজ

β -D- 2-ডিঅক্সিরাইবোফিউরানোজ
[β -D- 2-ডিঅক্সিরাইবোজের বলয় গঠন]

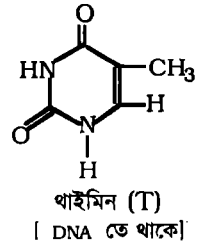
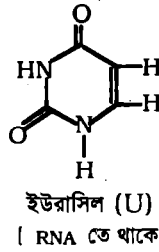
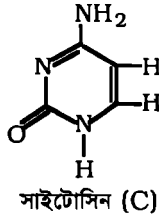
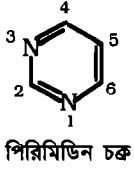
চিত্র ১১.১৬ : β -D- রাইবোফিউরানোজ চাক্রিক গঠন।

১১.২০ পিরিমিডিন ক্ষারক ও পিউরিন ক্ষারক

Pyrimidine Bases and Purine Bases

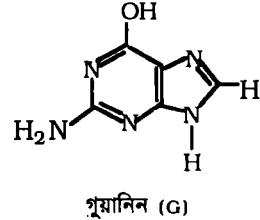
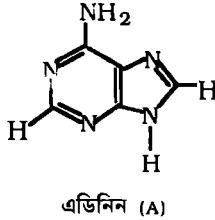
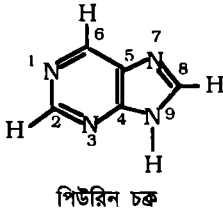
নিউক্লিক এসিডের ক্ষারক : উভয় শ্রেণীর নিউক্লিক এসিডে দুটি করে (মোট চারটি) পিউরিন ও পিরিমিডিন ক্ষারক থাকে। রাইবোনিউক্লিক এসিডের ক্ষারকগুলো হল এডিনিন, গুয়ানিন, সাইটোসিন এবং ইউরাসিল (A, G, C, U)। ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিক এসিডের মধ্যে ইউরাসিলের পরিবর্তে থাইমিন (T) থাকে।

পিরিমিডিন ক্ষারক : পিরিমিডিন ক্ষারকসমূহ হল পিরিমিডিনের জাতক। এদের মধ্যে সাইটোসিন (C), ইউরাসিল (U) এবং থাইমিন (T) তিনটি প্রধান। রাইবোনিউক্লিক এসিড (RNA) এর মধ্যে সাইটোসিন (C) ও ইউরাসিল (U) পিরিমিডিন ক্ষারক থাকে। ডিঅক্সিরাইবোনিউক্লিক এসিড (DNA)-এর মধ্যে থাকে সাইটোসিন (C) ও থাইমিন (T)।



চিত্র ১১.১৭ঃ পিরিমিডিন ক্ষারকসমূহ।

পিউরিন ক্ষারক : পিউরিন ক্ষারক শ্রেণীর মধ্যে এডিনিন (A) ও গুয়ানিন (G) প্রধান। তারা মূল পিউরিন যৌগের সাথে অ্যামাইনো মূলক এবং হাইড্রজিল মূলকের সমন্বয়ে গঠিত। এডিনিন বা ৬-অ্যামাইনো পিউরিন এবং গুয়ানিন বা ২-অ্যামাইনো-৬ হাইড্রজিল পিউরিন ক্ষারকদ্বয় সব নিউক্লিক এসিডে পাওয়া যায়।



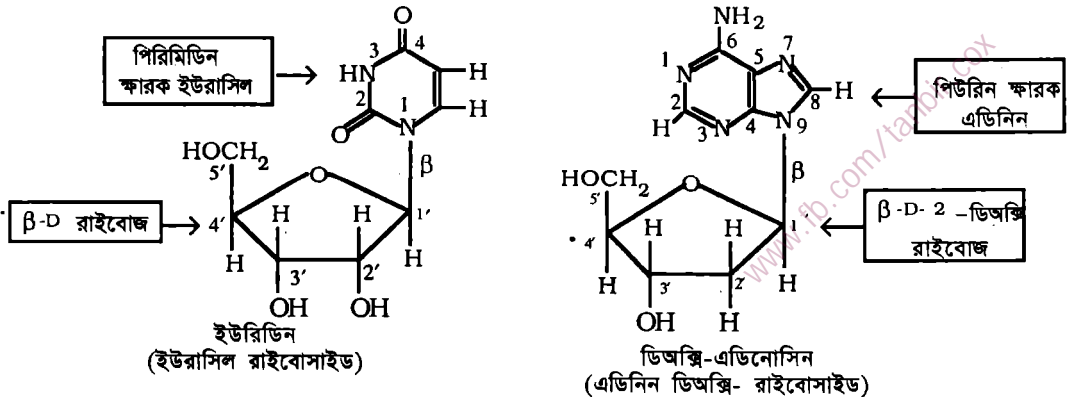
এ শ্রেণীর অন্যান্য যৌগ যথা : জেনথিন, হাইপোজেনথিন এবং ইউরিক এসিড ইত্যাদি এডিনিন এবং গুয়ানিন বিপাক থেকে উৎপন্ন হয়। মানবদেহে ইউরিক এসিড পিউরিন বিপাকের সর্বশেষ যৌগ এবং এটা মূত্রের সাথে পরিত্যক্ত হয়। বাত রোগে আক্রান্ত ব্যক্তির দেহে অতিমাত্রায় ইউরিক এসিড সঞ্চিত থাকে।

১১.২১ নিউক্লিয়োসাইড

Nucleosides

পরিচিতি : নিউক্লিয়োসাইড অণু হল একটি পিরিমিডিন বা পিউরিন ক্ষারক ও একটি পেটোজ চিনি অণুর সমন্বয়ে গঠিত গ্লাইকোসাইড যৌগ বিশেষ। নিউক্লিয়োটাইডকে মৃদু ক্ষার বা এনজাইম নিউক্লিয়োটাইডেজ দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে নিউক্লিয়োসাইড ও H_3PO_4 উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ নিউক্লিয়োসাইডের ফসফেট এস্টার হল নিউক্লিয়োটাইড। নিউক্লিয়োসাইড দু'প্রকার : (১) পিরিমিডিন নিউক্লিয়োসাইড ও (২) পিউরিন নিউক্লিয়োসাইড।

গঠন প্রকৃতি : পিরিমিডিন নিউক্লিয়োসাইডে ক্ষারকের ১নং নাইটোজেনের H পরমাণু ও চিনির ১'-কার্বনের হাইড্রজিল মূলকের সাথে বিক্রিয়ায় পানি অণু অপসারণের মাধ্যমে β -N গ্লাইকোসাইড বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। কিন্তু পিউরিন নিউক্লিয়োসাইডে পিউরিন ক্ষারকের ৯নং নাইটোজেনের H পরমাণু ও চিনির ১'-কার্বনের হাইড্রজিল মূলকের সাথে বিক্রিয়ায় অনুরূপ β -N-গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ থাকে। রাইবোজ ও ২-ডিঅক্সিরাইবোজ দ্বারা গঠিত নিউক্লিয়োসাইডকে যথাক্রমে রাইবোসাইড এবং ডিঅক্সিরাইবোসাইড বলা হয়।



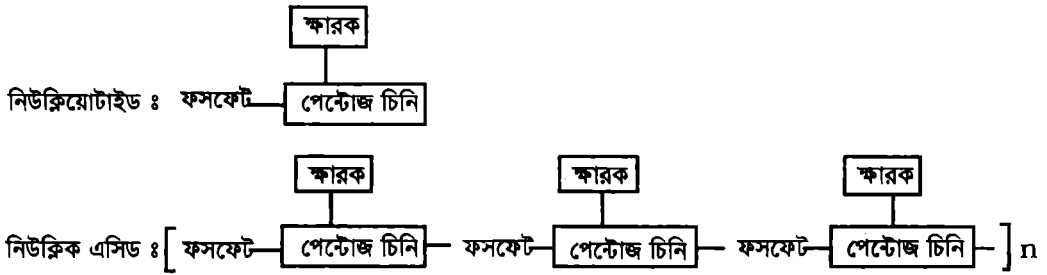
চিত্র ১১.১৮ : নিউক্লিয়োসাইড গঠন।

১১.২২ নিউক্লিয়োটাইড : নিউক্লিক এসিডের একক

Nucleotides : Unit of Nucleic Acid

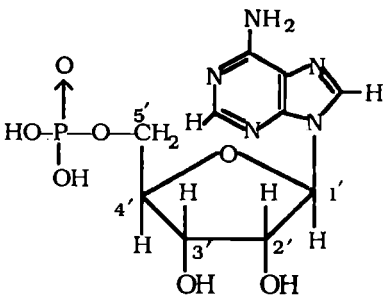
পরিচিতি : নিউক্লিয়োটাইড অণু হল নিউক্লিক এসিড যেমন, DNA ও RNA এর মনোমার বা ক্ষুদ্রতম গাঠনিক একক। নিউক্লিক এসিডের আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে সংশ্লিষ্ট নিউক্লিয়োটাইড এককে বিভক্ত হয়। প্রতি অণু নিউক্লিয়োটাইডে ক্রমানুসারে এক অণু করে বিষম চাক্তিক ক্ষারক, পেটোজ চিনি ও ফসফরিক এসিড যুক্ত থাকে। রাইবোজ ও ২-ডিঅক্সিরাইবোজ উপাদান দ্বারা গঠিত নিউক্লিয়োটাইডকে যথাক্রমে রাইবোনিউক্লিয়োটাইড এবং ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিয়োটাইড বলা হয়। RNA ও DNA হল যথাক্রমে রাইবোনিউক্লিয়োটাইড ও ডিঅক্সিরাইবোনিউক্লিয়োটাইড উপাদান সহযোগে গঠিত জটিল নিউক্লিক এসিড বা পলিনিউক্লিয়োটাইড।

গঠন প্রকৃতি : নিউক্লিয়োটাইড এককের ফসফরিক এসিড উপাদানটি নিউক্লিয়োসাইড (বা ক্ষারক-সুগার) অংশের রাইবোজ অণুর ২', ৩' অথবা ৫' C-এর সাথে এস্টার বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। ডিঅক্সিরাইবোজের ক্ষেত্রে উক্ত এস্টার বন্ধন ৩' অথবা ৫' C-এর সাথে যুক্ত হয়। নিউক্লিক এসিড এ জাতীয় বিভিন্ন প্রকার এস্টারের নিউক্লিয়োটাইড দ্বারা গঠিত।

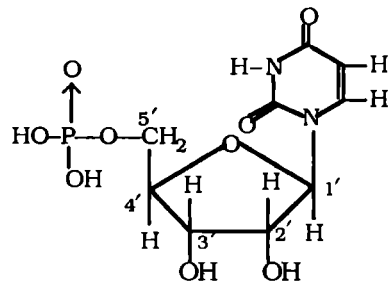


চিত্র ১১.১৯ : নিউক্লিয়োটাইড ও নিউক্লিক এসিডের আক্ষরিক গঠন।

নিউক্লিয়োটাইডের আণবিক গঠন চিত্র নিম্নরূপ :



এডিনিন নিউক্লিয়োটাইড
বা, এডিনোসিন মনোফসফেট বা AMP



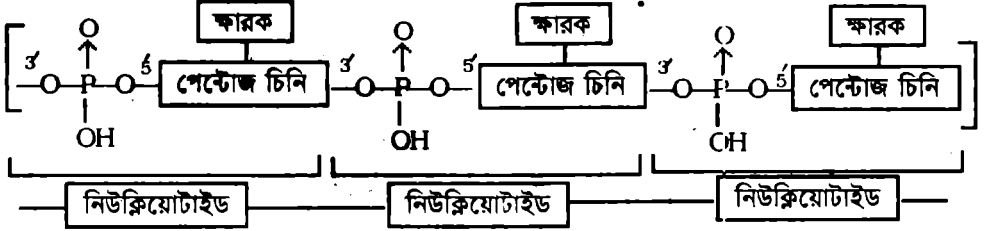
ইউরাসিল নিউক্লিয়োটাইড
বা, ইউরিডিন মনোফসফেট বা UMP

চিত্র ১১.২০ : নিউক্লিয়োটাইডের গঠন।

নামকরণ : সাধারণত নিউক্লিয়োটাইডকে এর ক্ষারক অথবা নিউক্লিয়োসাইড অংশের নাম অনুসারে নামকরণ করা হয়। যেমন, এডিনিন নিউক্লিয়োটাইড বা এডিনিগিক এসিড বা এডিনোসিন-৫' ফসফেট বা এডিনোসিন মনোফসফেট, সংক্ষেপে AMP। অনুরূপভাবে এডিনিন ডিঅক্সিনিউক্লিয়োটাইড বা ডিঅক্সিএডিনিগিক এসিডকে সংক্ষেপে dAMP বলা হয়।

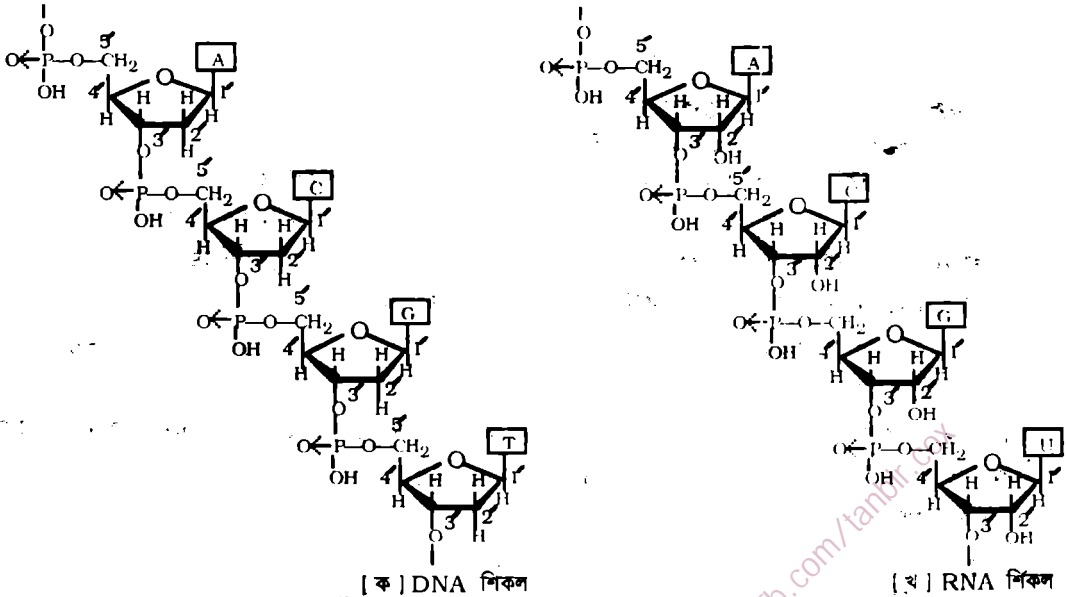
১১.২৩ পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল : DNA এবং RNA Polynucleotide chain : DNA & RNA

অসংখ্য নিউক্লিয়োটাইড একক এনজাইমের প্রভাবে নির্দিষ্ট নিয়মে পরস্পর ক্রমানুসারে যুক্ত হয়ে সরলরৈখিক পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল গঠন করে। সাধারণত পাশাপাশি দুটি নিউক্লিয়োটাইড এককের মধ্যে প্রথমটির পেটোজ চিনি (রাইবোজ অথবা ডিঅক্সিরাইবোজ)-এর 5' নং কার্বনের সাথে এবং দ্বিতীয়টির 3' নং কার্বনের সাথে ফসফেট ডাইএস্টার বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়। পলিনিউক্লিয়োটাইডের অণু প্রধানত সরলরৈখিক শিকল দ্বারা গঠিত। তবে বিশেষ ক্ষেত্রে 2' এবং 3' কেন্দ্রে পার্শ্বশিকল দ্বারা শাখা বিস্তৃত হয়। DNA অণুর প্রতিটি একক- হেলিক্স একটি পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল। নিম্নে তা দেখানো হল :



চিত্র ১১.২১ : পলিনিউক্লিয়োটাইড (DNA বা, RNA) অণুর আক্ষরিক সংকেত।

DNA এর শিকলের চারটি ক্ষারক হল এডিনিন (A), সাইটোসিন (C), গুয়ানিন (G) ও থাইমিন (T) এবং এতে β-D-2-ডিঅক্সি রাইবোজ চিনি থাকে। অপরদিকে RNA এর শিকলের চারটি ক্ষারক হল এডিনিন (A), সাইটোসিন (C), গুয়ানিন (G) ও ইউরাসিল (U) এবং এতে β-D-রাইবোজ চিনি থাকে। নিম্নে DNA ও RNA এর শিকলের সরলরৈখিক বা প্রাইমারি গঠন দেখানো হল :



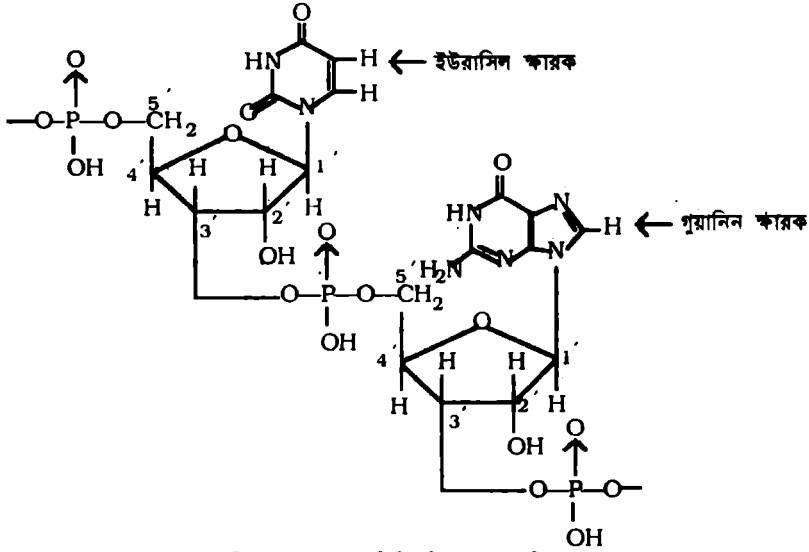
চিত্র ১১.২২ : DNA ও RNA শিকলের অণু।

DNA শিকলের সিক্যুয়েন্স ও সম্পূর্ণ শিকলের সিক্যুয়েন্স :

DNA এর একটি শিকলের চারটি ক্ষারকের অনুক্রম বা সিক্যুয়েন্স (যেমন, উপরের চিত্রমতে A, C, G ও T) বিভিন্ন প্রকার হতে পারে। DNA এর ১ম শিকল ও সম্পূর্ণ ২য় শিকলের ক্ষারকগুলোর মধ্যে H-বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ

হয়ে দ্বিহেলিক্স কুণ্ডলী সৃষ্টি করে। উভয় শিকলের কারকগুলোর মধ্যে H-বন্ধন ঘটে A...T, G...C এর মধ্যে। তাই উপরের শিকলের সিক্যুয়েন্স A C G T এর সম্পূরক শিকলের সিক্যুয়েন্স হবে T G C A। DNA শিকলের কারকসমূহের বিভিন্ন অনুক্রম জেনেটিক তথ্য ধারণ করে থাকে এবং এসব তথ্য প্রোটিন সংশ্লেষণের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। বিভিন্ন এনজাইম সহযোগে আর্দ্রবিশ্লেষণের মাধ্যমে কারকের অনুক্রম নির্ণয় করা সম্ভব।

আবার RNA এর শিকলে ইউরাসিল (U) কারক ও গুয়ানিন (G) কারকের সাথে β -D-রাইবোজ টিনি ও ফসফেট মূলকের সংযুক্তি দেখানো হল :



চিত্র ১১.২৩ : পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল।

১১.২৫ DNA-এর সেকেন্ডারি গঠনচিত্র

Secondary Structural Formula of DNA

বিজ্ঞানী ওয়াটসন ও ক্রিক (Watson and Crick) X-ray অপবর্তন (diffraction) পরীক্ষার সাহায্যে প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে প্রজ্জাতি বৈশিষ্ট্য ও বংশগতিধারা নিয়ন্ত্রণকারী DNA এর আণবিক গঠন চিত্র প্রণয়ন করেন।

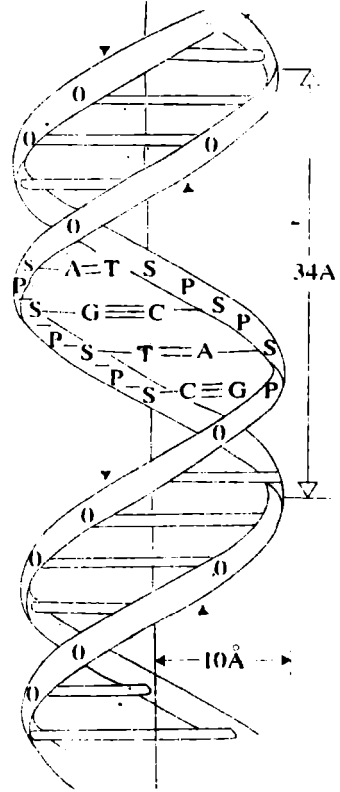
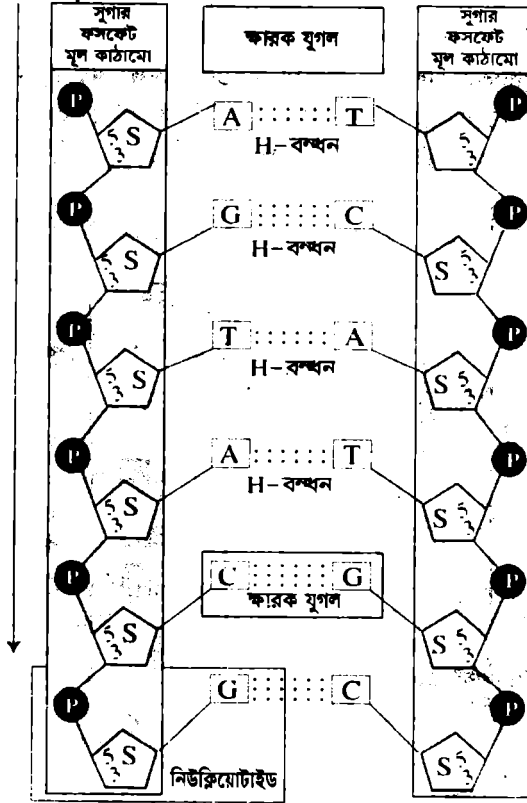
DNA এর আণবিক গঠন : DNA অণুতে দুটি বিপরীতমুখী সর্পিলা পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল পরস্পর হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে একটি সাধারণ অকে জোড়কুণ্ডলী বা দ্বিহেলিক্স (double helix) সৃষ্টি করে। DNA অণুর শিকলদ্বয় এডিনিন, থাইমিন, সাইটোসিন ও গুয়ানিন যুক্ত নিউক্লিয়োটাইডের সমন্বয়ে গঠিত এবং প্রজ্জাতির সক্রিয় সত্তা অনুসারে নিউক্লিয়োটাইডগুলো শিকলে বিন্যস্ত থাকে। DNA অণুর নিউক্লিয়োটাইড দুটি বিপরীত সমান্তরাল অভিমুখী থাকে এবং H-বন্ধন দ্বারা অন্তর্বর্তী নিউক্লিয়োটাইড সংযোজনে একটি নিউক্লিয়োটাইড কার্বন 3' ও 5' স্থানে এবং অপরটি কার্বন 5' ও 3' স্থানে যুক্ত থাকে।

DNA শিকলদ্বয়ে কারক যুগলের ভূমিকা : শিকলদ্বয়ের এডিনিন-থাইমিন (A-T) এবং সাইটোসিন-গুয়ানিন (C-G) কারক যুগলের মধ্যে H-বন্ধন সম্ভব বলে প্রথম শিকলের নিউক্লিয়োটাইডের বিন্যাসের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ দ্বিতীয় শিকলটি নির্বাচিত হয়। কারকগুলো শিকলের অক্ষের একপার্শ্বে লম্বভাবে বিস্তৃত থাকে বলে উপরিউক্ত সংযোগ উপযোগী কারক যুগলগুলো পরস্পর আড়াআড়িভাবে H-বন্ধন গঠন করতে পারে।

সাধারণত H-বন্ধন কারক যুগলের অ্যামাইনো হাইড্রোজেন এবং ইমোলিক অক্সিজেনের মধ্যে স্থাপিত হয়। অধিকন্তু চক্রস্থ টারসিয়ারি নাইট্রোজেন (=N-)গুলো সেকেন্ডারি অ্যামিনের (-NH-) হাইড্রোজেনের সাথে অভিরিক্ত কয়েকটি H-বন্ধন সৃষ্টি করে। এ কৌশলে এডিনিন-থাইমিন (A-T) যুগলের মধ্যে দুটি H-বন্ধন এবং

সাইটোসিন-গুয়ানিন (C-G) যুগলের মধ্যে তিনটি H-বন্ধন সৃষ্টি হয়। H-বন্ধনগুলো উভয় শিকলের কুণ্ডলীর আকৃতি স্থিতিশীল করে। DNA অণুর শিকলদ্বয়ের মধ্যবর্তী ব্যবধান প্রত্যেকের 5-10Å এবং প্যাচগুলোর দূরত্ব 34Å। প্রতিটি প্যাচের মধ্যে দশটি নিউক্লিয়োটাইড থাকে। ফলে দুটি নিউক্লিয়োটাইডের মধ্যে দূরত্ব হল 3.4Å। নাইট্রোজেন যুক্ত এসব ক্ষারের পলিপেপটাইড শিকলে সিকুয়েন্স বা বিন্যাস রীতিঃ উপরই কোষের বৈশিষ্ট্যাবলি ও বংশধারার পরম্পরা রক্ষিত থাকে। এ সব তথ্যের ভিত্তিতে DNA অণুকে একটি প্যাচানো সিঁড়ির মতো বিবেচনা করা হয় এবং H-বন্ধনগুলো সিঁড়ির ধাপরূপে সজ্জিত থাকে।

নিলম্ব ১১.২৪ এবং ১১.২৫ চিত্রের সাহায্যে DNA শিকলের সংযুক্তি ও আকৃতিগত বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে ধারণা দেয়া হল :



চিত্র ১১.২৪ : DNA এর রাসায়নিক রৈখিক গঠনচিত্র।

(এডিনিন-থাইমিন (A-T) দুটি এবং গুয়ানিন-সাইটোসিন (G-C)

তিনটি হাইড্রোজেন বন্ধনের সাহায্যে সংযুক্ত।

(..... হাইড্রোজেন বন্ধন)।

চিত্র ১১.২৫ : DNA এর জোড় কুণ্ডলী মডেল

(দ্বিহেলিক্স মডেল) (..... হাইড্রোজেন বন্ধন)।

এখানে S = ডিঅক্সি রাইবোজ চিনি

P = ফসফেট G = গুয়ানিন

A = এডিনিন C = সাইটোসিন

T = থাইমিন

১১.২৬ DNA এর জৈবিক ভূমিকা

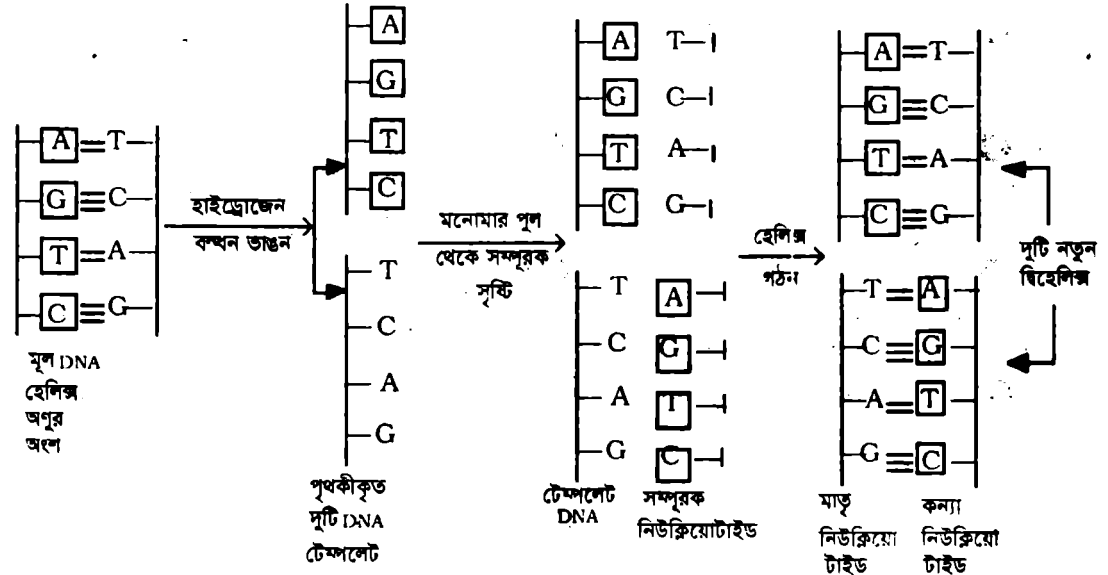
Biological Functions of DNA

DNA এর দুটি প্রধান জৈবিক ভূমিকা হল DNA এর (i) অনুলিপিকরণ (replication of DNA) ও (ii) প্রোটিন সংশ্লেষণে নির্দেশিকা প্রদান (instruction for protein synthesis)।

(১) DNA এর অনুলিপিকরণ বা রেপ্লিকেশন : কোষ বিভাজন কালে DNA অণুর দ্বিহেলিক্সের যেকোন

প্রান্তের শিকলের শিথিল হাইড্রোজেন বন্ধনগুলো খুলে শিকলদ্বয় পরস্পর-দূরে সরে যায়। এ পর্যায়ে শিকলের মুক্ত অংশের নিউক্লিয়োটাইডের ক্ষারকের বিন্যাস অনুসারে পুনরায় নতুন শিকল সংশ্লেষিত হয়ে এর সাথে যুক্ত হয়। এ প্রক্রিয়ায় একটি পুরাতন শিকলের সাথে নতুন সংশ্লেষিত শিকল যুক্ত হলে দুটি পৃথক দ্বিহেলিক্স শিকল সৃষ্টি হয়। এরূপে সৃষ্টি দুটি নতুন দ্বিহেলিক্সের প্রত্যেকটিতে একটি মাতৃ DNA ও অপরটি কন্যা DNA যুক্ত থাকে। মাতৃকোষের অবিকল প্রতিরূপ সৃষ্টির এ প্রক্রিয়াকে DNA এর অনুলিপিকরণ বলে।

মাইটোটিক কোষ বিভাজনের ইন্টারফেজ পর্যায়ে DNA এর অনুলিপিকরণ ঘটে। তখন প্রথমে দ্বিহেলিক্স এর শিকলদ্বয়ের মাঝখানের এডিনিন-থাইমিন (A-T) এবং সাইটোসিন-গুয়ানিন (C-G) ক্ষারকদ্বয়ের মধ্যবর্তী হাইড্রোজেন বন্ধন ভেঙে যায়। দ্বিহেলিক্স তখন একক দুটি পৃথকীকৃত শিকলে পরিণত হয়। প্রতিটি DNA শিকল তার জন্য নতুন সম্পূরক শিকল তৈরির উদ্দেশ্যে টেম্পলেট (template বা ছাঁচ) হিসেবে কাজ করে। তখন টেম্পলেট DNA ও Mg^{2+} এর উপস্থিতিতে DNA উৎপাদকারী এনজাইম বা DNA পলিমারেজ 'মনোমার পুল' থেকে এডিনিন, গুয়ানিন, সাইটোসিন ও থাইমিনের নিউক্লিয়োটাইডসমূহকে নিয়ে ঐ দুটি টেম্পলেট DNA অণুতে যুক্ত করে। DNA পলিমারেজ সব সময় নতুন নিউক্লিয়োটাইডকে বর্ধিত নতুন শিকলে 3' প্রান্তে যুক্ত করে। কাজেই



চিত্র ১১.২৬ : মূল DNA হেলিক্স থেকে দুটি নতুন দ্বিহেলিক্স গঠন প্রক্রিয়া

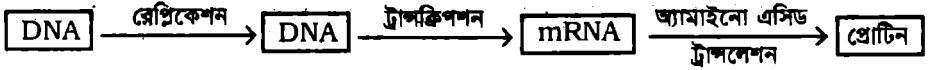
নতুন DNA শিকল সব সময় 5'-3' অভিমুখী বৃদ্ধি পেতে থাকে। ফলে পৃথকভাবে দুটি নতুন একক DNA শিকল উৎপন্ন হয়। নতুন DNA শিকলের ক্ষারক অনুক্রম টেম্পলেট DNA এর ক্ষারকের পুরক হয়। ফলে পুনরায় এডিনিন-থাইমিন (A-T) এবং সাইটোসিন-গুয়ানিন (C-G) এর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টি হয়। এরূপ অনুলিপিকরণে উৎপন্ন দুটি দ্বিহেলিক্স DNA এর মধ্যে একটি করে পুরাতন এক হেলিক্স থেকে যায়। তাই এ অনুলিপনকে অর্ধরক্ষণশীল অনুলিপিকরণ বলা হয়। কোষ বিভাজনে সৃষ্টি দুটি নতুন কোষে দুটি DNA বংশ ধারা বহন করে থাকে। চিত্র : ১১.২৬।

(২) প্রোটিন সংশ্লেষণে DNA এর ভূমিকা : কোষের সাইটোপ্লাজমের রাইবোসোমে প্রোটিন সংশ্লেষণ প্রক্রিয়া

DNA এর নির্দেশ মত ঘটে। DNA এর নির্দেশ বহন করে থাকে বার্তাবহ RNA বা mRNA। DNA থেকে প্রথমে নিম্ন মতে mRNA সৃষ্টি হয়। এ প্রক্রিয়া কালে প্রথমে দ্বিহেলিক্স DNA অণুর মাঝখানের হাইড্রোজেন বন্ধন ভেঙে যায়। ফলে দুটি পৃথক DNA শিকল সৃষ্টি হয়। প্রতিটি DNA শিকলে অনেকগুলো ট্রিপ্লেট (triplet) সাজানো থাকে : প্রতিটি ট্রিপ্লেট তিনটি করে ক্ষারক (যেমন, A, T, G, C থেকে নেয়া) সমন্বয়ে গঠিত। ট্রিপ্লেট হল

জেনেটিক ইনফরমেশনের মূল একক। প্রতিটি ট্রিপ্লেট একটি নির্দিষ্ট অ্যামাইনো এসিড নির্দেশ করে। এরূপ ট্রিপ্লেট সন্নিবিষ্ট প্রতিটি DNA শিকল ছাঁচ বা টেম্পলেট (template) রূপে কাজ করে এবং ছাঁচ অনুসারে RNA পলিমারেজ এনজাইম দ্বারা mRNA প্রস্তুত হয়। সৃষ্ট mRNA অণু DNA টেম্পলেট থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে নিউক্লিয়াস ত্যাগ করে প্রোটিন সংশ্লেষণের যন্ত্র রাইবোসোমে আসে। সাথে নিয়ে আসে বিশেষ প্রোটিন তৈরির সব তথ্য। বার্তাবাহ RNA প্রস্তুতকালে DNA এর ক্ষারকের বিন্যাস নিম্নরূপ পরিবর্তিত হয়। যেমন, উৎপন্ন mRNA এর অণুতে থাইমিনের পরিবর্তে ইউরাসিল মিসিত হয়। রাইবোসোমে এসে mRNA তার দেহে কোড করা তথ্য ব্যবহার করে নির্ধারিত সিক্যুয়েন্স বা অনুক্রম অনুযায়ী প্রয়োজনীয় অ্যামাইনো এসিড সংযুক্ত করে পলিপেপটাইড চেইন বা প্রোটিন তৈরি করে।

DNA থেকে mRNA তৈরির প্রক্রিয়াকে ট্রান্সক্রিপশন (transcription) বলা হয়। অপরদিকে যে প্রক্রিয়ায় mRNA তার দেহে কোড করা তথ্য মতে প্রয়োজনীয় অ্যামাইনো এসিডসমূহের সিক্যুয়েন্স সহযোগে প্রোটিন তৈরি করে, তাকে ট্রান্সলেশন (translation) বলা হয়। সুতরাং প্রোটিন সংশ্লেষণে DNA এর ভূমিকার বিভিন্ন স্তর নিম্ন সমীকরণ দ্বারা বোঝানো যায়।

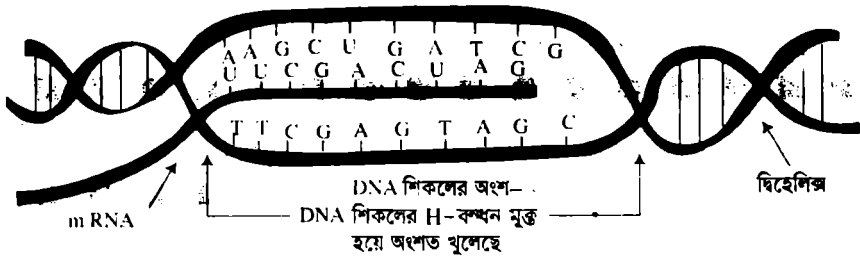


১১.২৭ প্রোটিন সংশ্লেষণে নিউক্লিক এসিডের ভূমিকা

Protein Synthesis and Functions of Nucleic Acids

জীবকোষের নিউক্লিয়াসের বাইরে রাইবোসোম RNA ও প্রোটিন দ্বারা গঠিত। রাইবোসোম কণিকা প্রোটিন সংশ্লেষণের প্রধান কেন্দ্র। কার্যভিত্তিক RNA তিন প্রকার, (১) বার্তাবাহ RNA বা mRNA, (২) ট্রান্সকার RNA বা tRNA, (৩) রাইবোসোমাল RNA বা rRNA।

প্রত্যেক জীবের প্রোটিন এর নিজস্ব বংশগত বৈশিষ্ট্য অনুসারে গঠিত। বংশগতি ধারা সংক্রান্ত তথ্য ক্রোমোজোমের জিন বা একক DNA এর ট্রিপ্লেট কোড (triplet code-এর) সম্বন্ধিত্ব থাকে। DNA শিকলের পরপর তিনটি ক্ষারকের সিক্যুয়েন্সকে একটি ট্রিপ্লেট বলে। প্রতিটি DNA শিকলে অনেকগুলো ট্রিপ্লেট (triplet) কোড সাজানো থাকে। প্রতিটি ট্রিপ্লেট যে কোন তিনটি করে ক্ষারক যেমন, A, T, G, C ইত্যাদি সমন্বয়ে গঠিত। ট্রিপ্লেট হল জেনেটিক ইনফরমেশনের মূল একক।



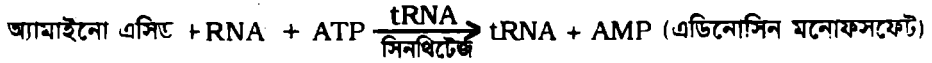
চিত্র : ১১.২৭ DNA থেকে mRNA তৈরি প্রক্রিয়া

অসংখ্য ট্রিপ্লেট সন্নিবেশিত প্রতিটি DNA শিকল ছাঁচ বা টেম্পলেট রূপে কাজ করে এবং RNA পলিমারেজ এনজাইম দ্বারা বার্তাবাহ RNA বা mRNA প্রস্তুত করে। সৃষ্ট mRNA এবং এর DNA এর মধ্যে ক্ষারকসমূহের অনুক্রম বা সিক্যুয়েন্স একই থাকে; তবে DNA এর ক্ষারক থাইমিন (T) এর স্থলে mRNA অণুতে ক্ষারক ইউরাসিল (U) হয়ে থাকে। mRNA অণুর শিকলের পর পর তিনটি ক্ষারক যেমন, AAA, AAC, AGA, AUA ইত্যাদি) সিক্যুয়েন্সকে একটি কোডন (codon) বলে। প্রতিটি কোডন একটি অ্যামাইনো এসিড নির্দেশ করে। mRNA এর কোডন দ্বারা অ্যামাইনো এসিড চিহ্নিত হয় না; বরঞ্চ tRNA অণু নির্দিষ্ট অ্যামাইনো এসিড চিহ্নিত ও বহন করে থাকে। উল্লেখ্য mRNA ও tRNA এর ক্ষারক সমূহের সিক্যুয়েন্স পরিপূরক হয়। সৃষ্ট mRNA নিউক্লিয়াস ত্যাগ করে প্রোটিন তৈরির সব তথ্য নিয়ে রাইবোসোমে যুক্ত হয়। mRNA উক্ত সংকেত অনুসারে সংশ্লেষিতব্য প্রোটিনের অ্যামাইনো এসিডের ক্রমবিন্যাস নির্ধারণ করে। যে প্রক্রিয়ায় DNA থেকে জেনেটিক কোড বা বংশতাত্ত্বিক সংকেতবাহী mRNA অণু তৈরি হয়, তাকে প্রতিলিখন বা ট্রান্সক্রিপশন (transcription) বলে। যে প্রক্রিয়ায় mRNA বংশতাত্ত্বিক সংকেত অনুসারে অ্যামাইনো এসিডসমূহের ক্রমবিন্যাস নির্ধারিত করে, তাকে

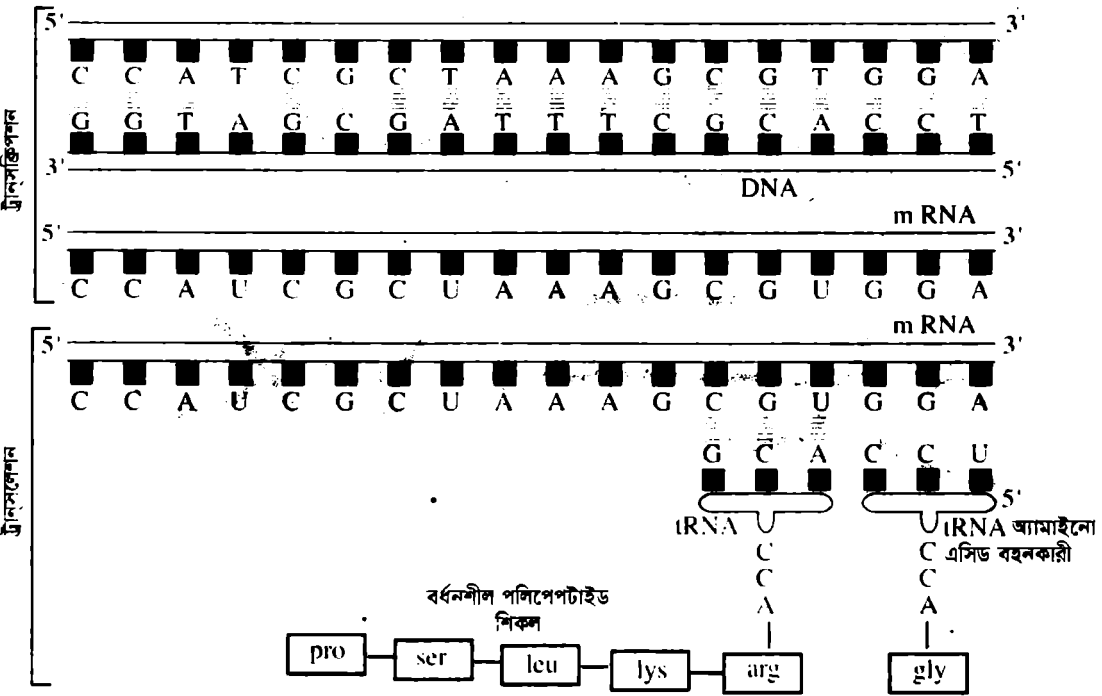
অনুবাদকরণ বা ট্রান্সলেশন (translation) বলা হয়। কোষের বিশেষ RNA পলিমারেজ এনজাইম উক্ত প্রক্রিয়া প্রভাবিত করে থাকে।

প্রোটিন তৈরির ক্ষমতা হল রাইবোসোম
প্রোটিন তৈরির কাঁচামাল হল অ্যামাইনো এসিড
প্রোটিন তৈরির কর্মী হল এনজাইম
প্রোটিন তৈরির রু প্রিন্ট হল mRNA, tRNA
প্রোটিন তৈরির মাস্টার গ্রান হল DNA।

এই সময় কোষের অ্যামাইনো এসিডগুলো তাদের পৃথক সক্রিয়ক এনজাইম (অ্যামাইনো অ্যাসাইল tRNA সিনথেটেজ এবং ATP-) এর প্রভাবে বিশেষ RNA এর সাথে সংযুক্ত হয়ে tRNA (ট্রান্সফার RNA) গঠনপূর্বক সক্রিয়তা লাভ করে।



এ পর্যায়ে tRNA সক্রিয় অ্যামাইনো এসিড উপাদানগুলোসহ রাইবোসোমের mRNA এর নিকট সমবেত হয় এবং tRNA থেকে অ্যামাইনো এসিড অংশগুলো mRNA অণুর সুনির্দিষ্ট কেন্দ্রে যুক্ত হয়। mRNA অণুর বিশেষ কেন্দ্রের সাথে যুক্ত একটি অ্যামাইনো এসিডের সাথে কোড অনুযায়ী tRNA থেকে অন্যান্য অ্যামাইনো এসিডগুলো ধারাবাহিকভাবে সংযোজিত হলে পেপটাইড শিকল ধাপে ধাপে দীর্ঘায়িত হয়। শেষে জেনেটিক কোড অনুসারে প্রোটিন সংশ্লেষণের সমাপ্তি ঘটে। পরিশেষে পলিপেপটাইড শিকলটি mRNA থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে সাইটোপ্লাজমে প্রবেশ করে নির্দিষ্ট প্রোটিনের আকৃতি ধারণ করে।



চিত্র ১১.২৮ : (ক) ট্রান্সক্রিপশন : DNA শিকলের সম্পূর্ণক mRNA গঠন :

(খ) ট্রান্সলেশন : mRNA সিকুয়েন্স (কোডন) এর সাথে সম্পূর্ণক tRNA (অ্যাক্টিকোডন)

কোষের জিন ও জেনেটিক কোড : একটি নির্দিষ্ট প্রোটিন অর্থাৎ পলিপেপটাইড তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় কোড সংবলিত DNA সিকুয়েন্সের একটি নির্দিষ্ট অংশকে কোষের জিন (gene) বলা হয়। সুতরাং কোষের প্রতিটি প্রোটিনের জন্য নির্দিষ্ট জিন রয়েছে। আবার নিউক্লিওটাইড ট্রিপ্লেট ও অ্যামাইনো এসিডসমূহের মধ্যে বিদ্যমান সম্পর্ককে জেনেটিক কোড (genetic code) বলা হয়। প্রোটিন সংশ্লেষণে কার্যকরী জেনেটিক কোড এর সারণি ১১.৪ এ দেয়া হল। যেমন, নিউক্লিওটাইড অনুক্রম বা ক্ষারক অনুক্রম AAA বা কোড AAA দ্বারা ফিনাইল অ্যালানিন এবং CAA দ্বারা ভেলিন অ্যামাইনো এসিডকে বোঝায়।

সারণি ১১.৩ : অ্যামাইনো এসিড থেকে প্রোটিন সংশ্লেষণে ব্যবহৃত জেনেটিক কোড

	A	G	T	C
A	AAA phe	AGA ser	ATA tyr	ACA cys
	AAG phe	AGG ser	ATG tyr	ACG cys
	AAT leu	AGT ser	ATT stop	ACT stop
	AAC leu	AGC ser	ATC stop	ACC trp
G	GAA leu	GGA pro	GTA his	GCA arg
	GAG leu	GCG pro	GTG his	GCG arg
	GAT leu	GGT pro	GTT gln	GCT arg
	GAC leu	GGC pro	GTC gln	GCC arg
T	TAA ileu	TGA thr	TTA asn	TCA ser
	TAG ileu	TCG thr	TTG asn	TCG ser
	TAT ileu	TGT thr	TTT lys	TCT arg
	TAC met	TGC thr	TTC lys	TCC arg
C	CAA val	CGA ala	CTA asp	CCA gly
	CAG val	CGG ala	CTG asp	CCG gly
	CAT val	CGT ala	CTT asp	CCT gly
	CAC val	CGC ala	CTC glu	CCC gly

[4টি নিউক্লিয়োটাইডের মধ্যে সম্ভাব্য ট্রিপ্লেট সমাবেশ = $4 \times 4 \times 4 = 64$ টি]

বিঃ দ্র : উপরিউক্ত 64টি সম্ভাব্য কোড থেকে 61টি কোড দ্বারা বিভিন্ন অ্যামাইনো এসিড নির্দেশ করে। অবশিষ্ট 3টি কোড যেমন, (ATT, ATC, ACT) ব্যবহৃত হয় প্রোটিন সংশ্লেষণ সমাপ্তি (stop) বোঝানোর জন্য।

১১.২৮ DNA এবং RNA এর মধ্যে পার্থক্য

Distinctions between DNA and RNA

সারণি ১১.৪ : DNA ও RNA এর মধ্যে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ পার্থক্যসমূহ :

বৈশিষ্ট্য	DNA	RNA
১। পরিচয় :	১। DNA হল ডিঅক্সিরাইবোনিউক্লিক এসিড।	১। RNA হল রাইবোনিউক্লিক এসিড।
২। গঠন ও উপাদান :	২। β -D-2-ডিঅক্সিরাইবোজ চিনিসহ এডিনি, গুয়ানিন, সাইটোসিন ও থাইমিন ক্ষারকযুক্ত ফসফেট এস্টারের নিউক্লিয়োটাইড সমন্বয়ে গঠিত পলিমার হল DNA।	২। β -D-রাইবোজ চিনিসহ এডিনি, গুয়ানিন, সাইটোসিন ও ইউরাসিল ক্ষারকযুক্ত ফসফেট এস্টারের নিউক্লিয়োটাইড দ্বারা গঠিত পলিমার হল RNA।
৩। গঠন কাঠামো :	৩। দুটি পৈচানো পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল দ্বারা DNA এর দ্বিহেলিক্স কাঠামো গঠিত।	৩। একটি পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল উঁজ সৃষ্টি করে RNA এর কাঠামো গঠিত।
৪। ভূমিকা :	৪। DNA জীবের প্রজাতি বৈশিষ্ট্য ও বংশগতি ধারা নিয়ন্ত্রণ করে।	৪। বংশগতির ধারার সাথে RNA সংশ্লিষ্ট নয়। দেহে প্রয়োজনীয় প্রোটিন সংশ্লেষণ করে।
৫। অবস্থান :	৫। নিউক্লিয়াসে অপেক্ষাকৃত বেশি পরিমাণে DNA থাকে।	৫। RNA সাইটোপ্লাজমে বেশি পরিমাণে থাকে।
৬। ক্ষার দ্রবণে স্থায়িত্ব :	৬। ক্ষারীয় দ্রবণে DNA অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিশীল।	৬। ক্ষারীয় দ্রবণে RNA দ্রুত আর্ধবিশ্লেষিত হয়।
৭। শিকল বিকারকসহ :	৭। DNA শিকল বিকারকের বেগুনি বর্ণ পুনরুদ্ধার করে।	৭। RNA শিকল বিকারকের বর্ণ পুনরুদ্ধার করে না।

দ্রষ্টব্য : ম্যাগ্জেন্টা বা রোজানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডের বেগুনি বর্ণের জলীয় দ্রবণে SO_2 গ্যাস চালনা করলে বর্ণহীন শিকল বিকারক তৈরি হয়। বিজারণধর্মী অ্যান্টিহাইড্রিক শিকল বিকারকের পূর্বের বেগুনি বর্ণ পুনরুদ্ধার করে।

১১.২৯ প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের মধ্যে পার্থক্য

Distinction between Protein and Nucleic Acids

বৈশিষ্ট্য	প্রোটিন	নিউক্লিক এসিড (RNA ও DNA)
১। পরিচয় :	১। প্রোটিন হল α -অ্যামাইনো এসিডের পলিপেপটাইড পলিমার।	১। RNA ও DNA হল যথাক্রমে রাইবো নিউক্লিয়োটাইড ও ডিঅক্সি রাইবো নিউক্লিয়োটাইডসমূহের পলি নিউক্লিয়োটাইড।
২। গঠন ও উপাদান :	২। বিভিন্ন α -অ্যামাইনো এসিডের একশ থেকে চারণ অণু পেপটাইড (-CONH-) বন্ধন দ্বারা পলিপেপটাইড বা প্রোটিন শিকল গঠন করে।	২। β -D-রাইবোজ চিনিসহ এডিনি, গুয়ানিন, সাইটোসিন, ইউরাসিল ক্ষারক যুক্ত ফসফেট এস্টারের নিউক্লিয়োটাইডের পলিমার হল RNA। কিন্তু DNA এর ক্ষেত্রে β -D-2 ডিঅক্সিরাইবোজ চিনি ও ইউরাসিলের পরিবর্তে থাইমিনসহ অন্যসব ক্ষারক থাকে।
৩। শিকলের গঠন কাঠামো :	৩। প্রাইমারি প্রোটিনের গঠন সরল শিকল। সেকেন্ডারি প্রোটিনের দীর্ঘ শিকলে বিভিন্ন পেপটাইড বন্ধনের -CO- ও -NH- মূলকের মধ্যে H-বন্ধন দ্বারা α -হেলিক্স গঠন করে। টারসিয়ারি প্রোটিনের α -হেলিক্সে H-বন্ধনসহ সল্ট বন্ধন ও ডাইসালফাইড বন্ধন থাকতে পারে।	৩। RNA এর কাঠামোতে একটিনাত্র পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল ভাঁজ করে থাকে। DNA এর দুটি পৌচানো পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল ক্ষারকগুলোর মধ্যে H-বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে α -দ্বিহেলিক্স গঠন করে।
৪। জৈবিক ভূমিকা :	৪। খাদ্যের প্রোটিন হল জীবের দৈহিক প্রোটিনের উৎস। এনজাইম, হরমোন, এন্ডিভাইড, ভাইরাস, রক্ত, মাংস প্রভৃতি সবই হল বিভিন্ন প্রকার প্রোটিন।	৪। DNA জীবের প্রজাতি বৈশিষ্ট্য ও বংশধারা নিয়ন্ত্রণ করে। RNA প্রোটিন তৈরিতে ভূমিকা রাখে। কোষের রাইবোসোমে DNA-এর নির্দেশমত অ্যামাইনো এসিড থেকে প্রোটিন সংশ্লেষণ ঘটে। DNA-এর নির্দেশ বহন করে থাকে বার্তাবহ RNA বা mRNA।
৫। উৎস :	৫। উদ্ভিদ ও প্রাণী থেকে যথাক্রমে উদ্ভিজ্জ প্রোটিন ও প্রাণিজ প্রোটিন পাওয়া যায়। উদ্ভিদের ফল, মূল, শস্য, শাকসব্জি হল উদ্ভিজ্জ প্রোটিনের উৎস। গরু, ছাগল, হাঁস-মুরগি ইত্যাদির মাংস এবং মাছ ও ডিম হল প্রাণিজ প্রোটিনের উৎস।	৫। প্রোটিনের মত নিউক্লিক এসিডও প্রকৃতিতে সহজলভ্য নয়। উদ্ভিদ ও প্রাণীকোষে RNA ও DNA থাকে। কোষের নিউক্লিয়াসে বেশি থাকে DNA। সাইটোপ্লাজমে বেশি থাকে RNA।
৬। লবু HCl সহ আর্দ্র বিশ্লেষণে :	৬। প্রোটিনের অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণে প্রধানত বিশটি বিভিন্ন প্রকারের অ্যামাইনো এসিড যেমন $RCH(NH_2)COOH$ পৃথক করা হয়েছে।	৬। নিউক্লিক এসিডের অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণে তিনটি পিরিমিডিন ক্ষারক, দুটি পিউরিন ক্ষারক, পেন্টোজ চিনি ও H_3PO_4 পৃথক করা হয়েছে।



১। প্রাণিজগতে বায়োঅণুসমূহ বৃহৎ পলিমার। এসব পলিমার প্রাণীর দেহের গঠন, খাদ্য, বংশগতিধারা বহন, দেহের জৈবিক ক্রিয়া সম্পাদনের অনুঘটকরূপে আচরণ, দেহের মধ্যে রোগ প্রতিরোধকমূলক পরিবেশ সৃষ্টি প্রভৃতি কাজ করে থাকে।

২। পলিস্যাকারাইডের মধ্যে স্টার্চ উদ্ভিদের ও জীবকুলের খাদ্যরূপে এবং সেলুলোজ উদ্ভিদদেহের কাঠামো সংগঠকরূপে কাজ করে। শিল্পক্ষেত্রে সেলুলোজের বহুমুখী ব্যবহার রয়েছে, যেমন, গানকটন (বিস্ফোরক), পাইরোলিনিন (সেলুলয়েড প্রাস্টিক), সেলুলোজ অ্যাসিটেট (বস্ত্রতন্তু), ইথাইল সেলুলোজ (দ্রাবক), রেয়ন প্রভৃতি বহুবিধ শিল্প গড়ে উঠেছে।

৩। প্রোটিন হল অন্যতম প্রাকৃতিক পলিমার যা জীবকোষের প্রোটোপ্লাজমের অন্যতম উপাদান। জীবদেহে প্রোটিনের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ও ব্যাপক। প্রোটিনের অন্যতম সংগঠক হল আলফা (α) অ্যামাইনো এসিড। বিশটি α -অ্যামাইনো এসিড প্রাণিদেহে বিশেষ ভূমিকা পালন করে। অ্যামাইনো এসিডের অণুতে কার্বক্সিল মূলক অম্লধর্ম প্রকাশ করে এবং অ্যামাইনো মূলক ক্ষার ধর্ম প্রকাশ করে। তাই অ্যামাইনো মূলক ধনাত্মক আয়ন ও কার্বক্সিল মূলক ঋণাত্মক কার্বক্সিলেট আয়নরূপে একই অ্যামাইনো এসিডের অণুতে বিরাজ করে। তাই এরূপ অবস্থাকে জুইটার আয়ন বলে।

৪। দুটি অ্যামাইনো এসিড পেপটাইড বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে ডাইপেপটাইড গঠন করে। অনেকগুলো অ্যামাইনো এসিড পেপটাইড বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পলিপেপটাইড সৃষ্টি করে। পলিপেপটাইড শিকলে অ্যামাইনো এসিডের সংখ্যা একশ হতে চারশ হলে তাকে প্রোটিন বলে।

৫। নিউক্লিওপ্রোটিন প্রোটোপ্লাজমের অন্যতম উপাদান। এটি হল সরল প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের সমন্বয়ে গঠিত যুক্ত প্রোটিন। জীবকোষে দুটি নিউক্লিক এসিড আছে। তাদের নাম রাইবো নিউক্লিক এসিড RNA ও ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিক এসিড DNA। DNA প্রাণিজগতের বিভিন্ন প্রজাতির বৈশিষ্ট্য ও বংশগতিধারা নিয়ন্ত্রণ করে। জীবকোষের রাইবোসোম কণিকা প্রোটিন সংশ্লেষণের প্রধান কেন্দ্র। প্রত্যেক জীবের প্রোটিন তার নিজস্ব বংশতাত্ত্বিক বৈশিষ্ট্য অনুসারে গঠিত। এই কারণে প্রোটিন সংশ্লেষণকালে mRNA সংশ্লিষ্ট DNA থেকে বংশতাত্ত্বিক সংকেত অনুলিপিবিদ্ধ করে রাইবোসোমের মধ্যে সমাবেশ করে, এজন্য তাকে বার্তাবহ RNA বলা হয়। DNA অণুতে দুটি বিপরীতমুখী সর্পিলা পলিনিউক্লিওটাইড শিকল পরস্পর হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে একটি সাধারণ অক্ষে জোড়কুণ্ডলী বা দ্বিহেলিক্স সৃষ্টি করে।

৬। DNA থেকে mRNA তৈরির প্রক্রিয়াকে ট্রান্সক্রিপশন বলে। mRNA বাহিত বংশতাত্ত্বিক কোড অনুসারে অ্যামাইনো এসিডসমূহের ক্রমবিন্যাস নির্ধারণ করাকে ট্রান্সলেশন বলে। একটি নির্দিষ্ট প্রোটিন তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় কোড সংবেলিত DNA সিক্যুয়েন্সের একটি নির্দিষ্ট অংশকে কোষের জিন বলা হয়।

৭। এনজাইম হল জৈব প্রভাবক। এনজাইমের ক্রিয়ার মধ্যে জীবকোষের সমস্ত ক্রিয়া নির্ভরশীল।

অনুশীলনী-১১ : প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

পলিস্যাকারাইড

- ১। (ক) প্রাকৃতিক পলিমার ও বায়ো-অণু বলতে কী বুঝ? [ঢা. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১০]
- (খ) বায়োপলিমারগুলো কোন প্রক্রিয়ায় গঠিত হয় তা উদাহরণসহ লেখ। [কু. বো. ২০০৭]
- (গ) তিনটি প্রধান বায়ো-অণুর মনোমার ও তাদের পলিমারসমূহের নাম লেখ। [সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০]
- ২। (ক) কার্বহাইড্রেট কাকে বলে? [ঢা. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১]
- (খ) কার্বহাইড্রেটের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ আলোচনা কর।
- ৩। (ক) গ্লুকোজের সরল শিকল গঠন কাঠামো যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।
- (খ) গ্লুকোজ রসায়নে D ও L শ্রেণী এবং d ও l প্রতীক ব্যবহার সম্বন্ধে উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- (গ) D-গ্লুকোজের চাক্রিক কাঠামোর পক্ষে যুক্তিসমূহ লেখ।
- ৪। (ক) বিজারক চিনি ও অবিজারক চিনি বলতে কী বুঝ? [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০০৭; সি. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০০৮; দি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০]
- (খ) D-গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি, তা ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১০; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- (গ) বিজারক চিনির বা গ্লুকোজের শনাক্তকরণের দুটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।
- ৫। (ক) পলিস্যাকারাইড কী? স্টার্চের গঠন আলোচনা কর।
- (খ) α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন কী? α -(1, 4) গ্লাইকোসাইড বন্ধনযুক্ত পলিস্যাকারাইডের নাম লেখ। [রা. বো. ২০১১; য. বো. ২০১১]
- (গ) β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন কী? β -(1, 4) গ্লাইকোসাইড বন্ধনযুক্ত পলিস্যাকারাইডের নাম লেখ।
- (ঘ) পলিস্যাকারাইড কী? সেলুলোজের গঠন আলোচনা কর। [কু. বো. ২০০৯]
- ৬। (ক) স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখ। [ঢা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৮; য. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- (খ) অ্যামাইলোজ ও অ্যামাইলো পেকটিনের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখ।

প্রোটিন ও অ্যামাইনো এসিড

- ১। (ক) প্রোটিন কী? প্রোটিনের মনোমার কী? এর সাধারণ সংকেত লেখ। [য. বো. ২০০৯]
- (খ) প্রোটিন কী? প্রোটিনের গুরুত্ব আলোচনা কর। [ঢা. বো. ২০০৯; সি. বো. ২০০৮; কু. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৭]
- ২। (ক) অ্যামাইনো এসিড বলতে কী বুঝ? দুটি অ্যামাইনো এসিডের নাম ও সংকেত লেখ। [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৭; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০১১; দি. বো. ২০০৯]
- (খ) α অ্যামাইনো এসিড সংশ্লেষণের দুটি পদ্ধতি আলোচনা কর।
- ৩। (ক) জুইটার আয়ন কী? অ্যামাইনো এসিড অম্ল ও ক্ষার উভয়রূপে ক্রিয়া করে- প্রমাণ কর। [চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১০; য. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- (খ) জুইটার আয়ন কী? অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে এটি কী রূপ আচরণ করে? [ঢা. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮; রা. বো. ২০১১; ব. বো. ২০১০]

- (গ) সমবৈদ্যুতিক বা আইসোইলেকট্রিক pH কী? [সি. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০]
- (ঘ) ইলেকট্রোফোরেসিস কী? এটির ব্যবহার লেখ।
- ৪। (ক) পেপটাইড বন্ধন কী? উদাহরণ দাও। [ঢা. বো. ২০০৯; চ. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৮; ব. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১০; য. বো. ২০০৮]
- (খ) পেপটাইড যৌগের বা প্রোটিনের গুরুত্ব আলোচনা কর।
- ৫। (ক) প্রোটিনের প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি গঠন আকৃতি আলোচনা কর।
- (খ) প্রোটিনের টারসিয়ারি গঠন ও এর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।
- ৬। (ক) এনজাইম কী? এনজাইমের দুটি উদাহরণ ও দুটি প্রধান বৈশিষ্ট্য লেখ। [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৮; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০০৮]
- (খ) এনজাইম কী? এনজাইম কী অবস্থায় তার প্রভাবন ক্ষমতা হারায়?
- ৭। (ক) প্রোটিনকে কীভাবে শনাক্ত করা যায়? [য. বো. ২০০৯]
- (খ) অ্যামাইনো এসিড কীভাবে শনাক্ত করা হয়?

নিউক্লিক এসিড

- ১। নিউক্লিয়োট্রোটিন কী? নিউক্লিয়োট্রোটিনের আর্দ্র বিশ্লেষণে কী কী উপাদান পাওয়া যায়?
- ২। নিউক্লিক এসিড কী? নিউক্লিক এসিডকে মৃদু অম্ল, মৃদু ক্ষার বা এনজাইম দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে কী ঘটে?
- ৩। DNA ও RNA এর চিনি উপাদান ও ক্ষারকসমূহের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ৪। (ক) নিউক্লিয়োসাইড কী? যে কোন একটি নিউক্লিয়োসাইডের গঠন অঙ্কন করে দেখাও।
- (খ) নিউক্লিয়োটাইড কী? যে কোন একটি নিউক্লিয়োটাইডের আণবিক গঠন চিত্র অঙ্কন কর।
- ৫। RNA বা DNA এর পলিনিউক্লিয়োটাইড শিকল আক্ষরিক সংকেত দ্বারা দেখাও এবং ব্যাখ্যা কর।
- ৬। (ক) প্রোটিন সংশ্লেষণে DNA এর ভূমিকা সংক্ষেপে লেখ।
- (খ) RNA কীরূপে প্রোটিন সংশ্লেষণে অংশগ্রহণ করে তা সংক্ষেপে লেখ।
- (গ) ট্রান্সক্রিপশন ও ট্রান্সলেশন বলতে কী বোঝায়?
- ৭। (ক) DNA ও RNA কী? DNA ও RNA এর পার্থক্যসমূহ লেখ। [ঢা. বো. ২০১১; চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; য. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০০৯; ব. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১]
- (খ) DNA ও RNA সম্পর্কে সর্বাধিক তীকা লেখ।
- ৮। প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [সি. বো. ২০০৭]

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

১। টীকা লেখ

- ১। (ক) পলিস্যাকারাইডস (ঙ) পিউরিন ক্ষারক
- (খ) পেপটাইড বন্ধন (চ) নিউক্লিয়োসাইড
- (গ) এনজাইম (ছ) নিউক্লিয়োটাইড
- (ঘ) পিরিমিডিন ক্ষারক (জ) ইলেকট্রোফোরেসিস

২। ব্যাখ্যা কর :

- ১। (ক) গ্লুকোজের মিউটাঘূর্ণন কী?
- (খ) অ্যানোমারস ও অ্যানোমারিক কার্বন কী?
- (গ) স্টার্চের দ্রবণে আয়োডিন নীল বর্ণ ধারণ করে কেন? [ঢা. বো. ২০০৭; চ. বো. ২০১১; সি. বো. ২০০৯; রা. বো. ২০১১]
- (ঘ) স্টার্চের উপাদান কী কী? স্টার্চের কোন উপাদানের জন্য এর দ্রবণে আয়োডিন গাঢ় নীল বর্ণ হয় এর ব্যাখ্যা দাও। [কু. বো. ২০০৭; য. বো. ২০১০]
- (ঙ) স্টার্চ হল মানুষের খাদ্য আর সেলুলোজ হল ছাগল ও গরুর খাদ্য-ব্যাখ্যা কর।
- বা, গরু ঘাস খায়, কিন্তু মানুষ ঘাস খেয়ে হজম করতে পারে না কেন?
- (চ) সেলুলোজ কী? স্টার্চ ও সেলুলোজের গঠনের মূল পার্থক্য কী?

- (ছ) পাইরানোজ চক্র কী? α -D গ্লুকোজের পাইরানোজ কাঠামো অঙ্কন কর। [রা. বো. ২০০৭; য. বো. ২০০৭]
- (জ) পাইরানোজ চক্র কী? পাইরানোজ চক্র কোন্ বায়ো-অণু গঠনে থাকে?
- ২। (ক) পেপ্টাইড বন্ধন বলতে কী বোঝায়? একটি উদাহরণসহ পেপ্টাইড বন্ধন চিহ্নিত কর।
- (খ) তাপ দিলে ডিমের সাদা অংশ শক্ত হয়ে যায় কেন? এ বিষয়কে কী বলে?
- (গ) স্বাভাবিক হিমোগ্লোবিন ও সিকল সেল হিমোগ্লোবিন-এর মধ্যে পার্থক্য কী?
- (ঘ) $C_3H_7O_2N$ সংকেতবিশিষ্ট পদার্থ হল একটি আলোক সক্রিয় α -অ্যামাইনো এসিড। উক্ত যৌগের গাঠনিক সংকেত, নাম ও আলোক সমাণু দুটির দর্পণ-প্রতিবিম্ব দেখাও।
- (ঙ) অত্যাবশ্যকীয় অ্যামাইনো এসিড বলতে কী বুঝ? উদাহরণ দাও। [রা. বো. ২০০৯]
- ৩। (ক) DNA ও RNA এর সুগারের নাম ও ফিউরানোজ চক্র অঙ্কন করে দেখাও। [য. বো. ২০১০]
- (খ) ফিউরানোজ চক্র কী? ফিউরানোজ চক্র কোন্ বায়ো-অণু গঠনে থাকে?
- (গ) RNA ও DNA-এর সুগারের নাম ও চাক্রিক গঠন লেখ। [সি. বো. ২০০৯]
- (ঘ) DNA ও RNA এর মধ্যে কী কী স্কারক থাকে এবং এরা কোন্ শ্রেণীভুক্ত?
- (ঙ) ট্রিপ্টেট ও কোডন বলতে তুমি কী বুঝ?
- (চ) কোষের জিন ও জেনেটিক কোড বলতে কী বোঝায়?
- (ছ) DNA-এর একটি শিকলের সিক্যুয়েন্স হল ATGCTTGA এর সম্পূর্ণ শিকলের সিক্যুয়েন্স কী হবে তা ব্যাখ্যা কর।
- (জ) নিউক্লিক এসিডকে জীবনের ভিত্তি বলা হয় কেন- ব্যাখ্যা কর।

৩। যৌগের রূপান্তর

- (১) মনোক্লোরো অ্যাসিটিক এসিড থেকে α -অ্যামাইনো অ্যাসিটিক এসিড বা গ্লাইসিন
- (২) ফরম্যালডিহাইড থেকে গ্লাইসিন
- (৩) অ্যাসিট্যালডিহাইড থেকে এলানিন
- (৪) α -অ্যামাইনো এসিড থেকে α -হাইড্রজি এসিড
- (৫) গ্লাইসিন থেকে N, N-ডাইমিথাইল গ্লাইসিন

৪। যৌগের গাঠনিক সংকেত বা চাক্রিক গঠন

- ১। (ক) β -D রাইবোজের ও β -D-2-ডিঅক্সিরাইবোজের বলয় গঠন
- (খ) D-গ্লুকোজ এর মুক্ত শিকল কাঠামো
- (গ) α -D গ্লুকোজ, β -D গ্লুকোজ এর পাইরানোজ গাঠনিক সংকেত লেখ। [কু. বো. ২০১১; চ. বো. ২০০৭]
- (ঘ) α -D গ্লুকোজের পাইরানোজ চক্র ও β -D রাইবোজের ফিউরানোজ চক্র। [চ. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০০৯]
- ২। (ক) পেপ্টাইড বন্ধন চিহ্নিত কর।
- (খ) ডাইপেপ্টাইড চিহ্নিত কর।
- (গ) গ্লাইসিন এর সংকেত লেখ। [ব. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১০]
- (ঘ) এলানিন [ঢা. বো. ২০১০]
- (ঙ) L- α -অ্যামাইনো এসিডের সংকেত লেখ।
- ৩। (ক) সাইটোসিন ও থাইমিন এর সংকেত লেখ।
- (খ) অ্যাডেনিন বা এডিনিন ও গুয়ানিন এর সংকেত লেখ।
- (গ) নিউক্লিয়োটাইড ও নিউক্লিক এসিডের আক্ষরিক সংকেত লেখ।

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ :

সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন

১। কার্বনাইল যৌগ ও এসিড অ্যামাইড থেকে শিল্পক্ষেত্রে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় বিভিন্ন শ্রেণীর পলিমার তৈরি করা হয়। প্রকৃতিতে উদ্ভিদ ও প্রাণী বিভিন্ন প্রকার পলিমার গঠন করে; এদেরকে প্রাকৃতিক পলিমার বলে। পলিস্যাকারাইড, প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড হল প্রাকৃতিক পলিমার।

- (ক) বায়োঅণু কী? ১
- (খ) গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি এর রাসায়নিক ব্যাখ্যা দাও। ২
- (গ) উদ্ভীপক মতে, (i) পলিমার প্রোটিনের মনোমার নাম কী? (ii) এর মনোমারসমূহের মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় সৃষ্ট বন্ধনকে কী বলা হয়? উদাহরণসহ প্রোটিনের গঠনের ব্যাখ্যা কর। ৩
- (ঘ) উদ্ভীপক মতে, নিউক্লিক এসিডের মনোমারের নাম ও এর সাধারণ গঠন সংকেত লেখ। নিউক্লিক এসিডের ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ ও অম্লীয় আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলাফল সাধারণ সমীকরণসহ লেখ। ৪

২। প্রকৃতিতে উদ্ভিদ ও প্রাণী দ্বারা সৃষ্ট পলিমার যেমন নিউক্লিক এসিড, প্রোটিন ও পলিস্যাকারাইড (স্টার্চ) যথাক্রমে জীবদেহের কোষের সংগঠক, দেহের সংগঠক ও দেহ সংরক্ষণে শক্তি যোগানকারীর ভূমিকা পালন করে। এদের মনোমার হল যথাক্রমে নিউক্লিয়োটাইড, অ্যামাইনো এসিড ও গ্লুকোজ। DNA ও RNA নামে দু' প্রকার নিউক্লিক এসিড আছে। DNA এর জৈবিক ভূমিকা হল মাতৃকোষের অনুলিপিকরণ ও অ্যামাইনো এসিড থেকে প্রোটিন সংশ্লেষণে RNA কে নির্দেশিকা প্রদান।

- (ক) অ্যামাইড কী? ১
- (খ) অ্যামাইনো এসিড বলতে কী বোঝায়? দুটি উদাহরণ দাও। ২
- (গ) উদ্ভীপক মতে, পলিস্যাকারাইড অণুতে মনোমারগুলো যে বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ থাকে এদের নাম কী? উভয় শ্রেণীর বন্ধন উদাহরণসহ দেখাও। ৩
- (ঘ) উদ্ভীপক মতে, (ii) DNA ও RNA এর ৪টি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ পার্থক্য লেখ। (ii) প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডের মধ্যে ৪টি পার্থক্য লেখ। ৪

৩। প্রাকৃতিক পলিমার পলিস্যাকারাইড (স্টার্চ ও সেলুলোজ), প্রোটিন (সাধারণ প্রোটিন ও এনজাইম) এবং নিউক্লিক এসিড (DNA ও RNA) উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহের গঠন, খাদ্য, জৈবিক ক্রিয়া ও এদের বংশ গতিধারা সংরক্ষণে ভূমিকা রাখে। স্টার্চ ও সেলুলোজে, সাধারণ প্রোটিন ও এনজাইমে, DNA ও RNA এদের মধ্যে গঠনগত সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্যের কারণে জৈবিক ক্রিয়ায়ও সুস্পষ্ট ভিন্ন ভূমিকা রয়েছে। প্রোটিনের মনোমার অ্যামাইনো এসিডসমূহে ও নিউক্লিক এসিডের পিরিমিডিন ও পিউরিন ক্ষারকসমূহে N মৌল থাকে।

- (ক) বায়োঅণু কী? ১
- (খ) এনজাইম বলতে কী বোঝায়? এর দুটি প্রধান বৈশিষ্ট্য লেখ। ২
- (গ) উদ্ভীপক মতে, অ্যামাইনো এসিডে N মৌলের উপস্থিতি শনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্ভীপক মতে, (i) স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে ৪টি পার্থক্যসূচক তুলনামূলক আলোচনা কর। (ii) উদ্ভীপক মতে, প্রোটিনের মনোমার অ্যামাইনো এসিডের জলীয় দ্রবণে সৃষ্ট আয়ন এবং অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে ঐ আয়নের কী রূপ পরিবর্তন ঘটে তা ব্যাখ্যা কর। ৪

৪। বায়ো অণু হল পলিস্যাকারাইড, প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড। এদের মনোমার হল গ্লুকোজ, অ্যামাইনো এসিড ও নিউক্লিয়োটাইড। গ্লুকোজে C, H, O মৌল থাকে এবং আণবিক গঠনে -OH ও -CHO মূলক থাকে। গ্লুকোজ অণু α - গ্লাইকোসাইড ও β - গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা পলিমারকরণে যথাক্রমে স্টার্চ ও সেলুলোজ গঠন করে। পলিস্যাকারাইডে গ্লুকোজ পাইরানোজ চক্রাকারে এবং নিউক্লিক এসিডে রাইবোজ সুগার ফিউরানোজ চক্রাকারে থাকে।

- (ক) ডায়াজো বিক্রিয়া কী ? ১
- (খ) স্টার্চ দ্রবণে আয়োডিন নীলবর্ণ ধারণ করে কেন? ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, (i) স্টার্চ গঠনে α - D গ্লুকোজের পাইরানোজ চক্র, (ii) DNA ও RNA গঠনে α -D-রাইবোজের ফিউরানোজ চক্র অঙ্কন কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) গ্লুকোজের দহন বিশ্লেষণে 40%C, 6.7%H পাওয়া গেল; এর আণবিকভর 180 হলে এর আণবিক সংকেত বের কর। (ii) তোমার নির্ণীত আণবিক সংকেত অনুসারে বিজ্ঞানী বেয়ার-এর পরীক্ষা কাজ অনুসরণ করে গ্লুকোজের সরল শিকল গঠন প্রতিষ্ঠা কর। ৪
- ৫। বায়োঅগনসমূহের মধ্যে তিনটি শ্রেণী যেমন পলিস্যাকারাইড (স্টার্চ, সেলুলোজ), প্রোটিন (সাধারণ প্রোটিন ও এনজাইম), নিউক্লিক এসিড (DNA, RNA) বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। এদের মনোমার হল যথাক্রমে গ্লুকোজ, অ্যামাইনো এসিড ও নিউক্লিয়োটাইডসমূহ। পলিমার শিকলে গ্লুকোজ অগনসমূহ গ্রাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা, অ্যামাইনো এসিড অগনসমূহ পেপ্টাইড বন্ধন এবং নিউক্লিয়োটাইডসমূহ ফসফেট-পেন্টোজ সুগারের মধ্যে ডাই এস্টার বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ থাকে।

- (ক) পেপটাইড বন্ধন কী? ১
- (খ) জুইটার আয়ন কী? অ্যামাইনো এসিড ক্ষারক ও অম্ল উভয়রূপে ক্রিয়া করে; - তা প্রমাণ কর ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, গ্রাইকোসাইড বন্ধন কী? এর শ্রেণীবিভাগ উদাহরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) প্রোটিনের অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণে প্রাপ্ত একটি অ্যামাইনো এসিডের সংযুক্তি বিশ্লেষণে 40.45% C, 7.8% H ও 15.73% N পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর 89 হলে এর আণবিক সংকেত বের কর। (ii) কার্যকরীমূলক শনাক্তকরণে দেখা যায়- এটি 5% NaHCO_3 দ্রবণ সহ CO_2 এর বৃদ্ধি বের করে। এ পরীক্ষানির্ভর যৌগটির গাঠনিক সংকেত প্রতিষ্ঠা কর। গাঠনিক সংকেত মতে যৌগটি কোন প্রকার স্টেরিও সমাগুতা প্রদর্শন করতে সক্ষম এর প্রয়োজনীয় শর্ত -এ ক্ষেত্রে আছে কিনা যুক্তি দাও। ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তরের :

- ১। অতিরিক্ত খাদ্য থেকে লিডারে সঞ্চিত সুগার হল-
 (ক) গ্লুকোজ (খ) ফ্রুক্টোজ (গ) গ্রাইকোজেন (ঘ) সুক্রোজ
- ২। প্রোটিন সংশ্লেষণে মোট অ্যামাইনো এসিড থাকে-
 (ক) ২৮টি (খ) ২০টি (গ) ১০টি (ঘ) ১৮টি
- ৩। মনোস্যাককে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে পাওয়া যায়—
 (ক) গ্লুকোজ (খ) গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ (গ) গ্লুকোজ ও গ্যালাক্টোজ (ঘ) ফ্রুক্টোজ
- ৪। স্টার্চের পূর্ণ আর্দ্র বিশ্লেষণে পাওয়া যায়—
 (ক) গ্লুকোজ (খ) গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ (গ) গ্যালাক্টোজ (ঘ)
- ৫। গ্রোবিউলার বা বর্তুলাকার প্রোটিন হল-
 (ক) প্রাইমারি গঠন (খ) সেকেন্ডারি গঠন (গ) টার্সিয়ারি গঠন (ঘ) ৩
- ৬। যুগ্ম প্রোটিন বা কনজুগেটেড প্রোটিনে থাকে-
 (ক) প্রোটিন (খ) কো-এনজাইম (গ) কো-ফ্যাক্টর
- ৭। N মৌল থাকে নিম্নোক্ত জৈব যৌগে-
 (ক) চর্বি (খ) কার্বোহাইড্রেট (গ) প্রোটিন
- ৮। এনজাইম কোন্ শ্রেণীর যৌগ ?
 (ক) খনিজ পদার্থ (খ) প্রোটিন (গ) তৈল পদার্থ

৯। দুধে কোন্ ডাইস্যাকারাইডটি থাকে ?

- (ক) সুক্রোজ (খ) ল্যাক্টোজ (গ) মল্টোজ (ঘ) সেলুলোজ

খ-১ MCG এর উত্তরমালা :

১। (গ), ২। (খ), ৩। (ক), ৪। (ক), ৫। (গ), ৬। (ক), ৭। (গ), ৮। (খ), ৯। (খ)

খ-২ MCG : বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহু নির্বাচনি প্রশ্ন : অনুধাবন, প্রয়োগ দক্ষতা স্তরের

১। প্রাকৃতিক পলিমার হল-

- (i) গ্লুকোজ (ii) স্টার্চ (iii) প্রোটিন

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (iii) (ঘ) (ii)

২। মনোস্যাকারাইড হল-

- (i) গ্লুকোজ (ii) ফ্রুক্টোজ (গ) রাইবোজ

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i) ও (iii)

৩। ডাইস্যাকারাইড হল-

- (i) স্টার্চ (ii) মল্টোজ (iii) সুক্রোজ

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৪। স্টার্চের রাসায়নিক গঠনের পলিস্যাকারাইড হল-

- (i) অ্যামাইলোজ (ii) অ্যামাইলো পেকটিন (iii) গ্রাইকোজেন

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৫। α - গ্রাইকোসাইড বন্ধন থাকে-

- (i) অ্যামাইলোজে (ii) অ্যামাইলো পেকটিনে (iii) সেলুলোজে

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (iii)

৬। RNA এর ক্ষারকগুলো হল-

- (i) এডিনিন (ii) সাইটোসিন (iii) গুয়ানিন

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

৭। বিজ্ঞারক চিনির শনাক্তকরণ বিকারক হল-

- (i) বেনিডিক্ট দ্রবণ (ii) টলেন বিকারক (iii) সিফস বিকারক

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i)

৮। আবশ্যকীয় অ্যামাইনো এসিডের উদাহরণ হল-

- (i) গ্রাইসিন (ii) লিওসিন (iii) ভেলিন

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৯। নিউক্লিক এসিডকে লঘু HCl দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণে পাওয়া যায়-

- (i) বিষম চাক্রিক ক্ষারক (ii) পেটোজ চিনি (iii) H_3PO_4

কোনটি সঠিক হবে?

- (ক) (i) ও (ii) (খ) (i), (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (ii) ও (iii)

খ-২ MCG এর উত্তরমালা :

১। (খ), ২। (খ), ৩। (খ), ৪। (ক), ৫। (ক), ৬। (খ), ৭। (ক), ৮। (খ), ৯। (খ),

জৈব যৌগের বিশোধন ও বিশ্লেষণ

Purification and identification of organic compounds

বিষয়বস্তু (Syllabus)

- ১। জৈব যৌগের বিশোধন : বিভিন্ন ভৌত পদ্ধতির আলোচনা
- ২। বিশুদ্ধতার মানদণ্ড : জৈব যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়
- ৩। আঙ্গিক বিশ্লেষণ : জৈব যৌগে C, H, N, S, X এর শনাক্তকরণ
- ৪। মাত্রিক বিশ্লেষণ : জৈব যৌগে C, H, N, S, X, O-এর পরিমাণ নির্ণয়, স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয়
- ৫। মূলক শনাক্তকরণ : জৈব যৌগের বিভিন্ন কার্যকরীমূলক শনাক্তকরণ ও পার্থক্য নির্ণয়।

উদ্দেশ্য (Objectives)

- জৈব যৌগ বিশোধনের প্রধান পদ্ধতির মূলনীতিসমূহ জানা এবং বিশুদ্ধতার মানদণ্ডগুলো সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।
- জৈব যৌগের আঙ্গিক ও মাত্রিক বিশ্লেষণ সম্বন্ধে প্রাথমিক জ্ঞান লাভ।
- স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় সম্পর্কে ধারণা লাভ।
- জৈব যৌগের কার্যকরী মূলকের এবং বিভিন্ন সদৃশ যৌগের পার্থক্যকরণের রাসায়নিক পদ্ধতিসমূহ সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ।

১২.১ ভূমিকা (Introduction)

প্রকৃতিতে উদ্ভিজ্জ বা প্রাণিজ কোন জৈব যৌগ এককভাবে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় না। এতে একাধিক যৌগ মিশ্রিত থাকে। তেমনি, পরীক্ষাগারে প্রস্তুত যৌগেও অন্য উৎপাদ বা বিক্রিয়ক মিশ্রিত থাকে। কোন জৈব পদার্থের পূর্ণাঙ্গ তথ্য জানার লক্ষ্যে গবেষণামূলক কাজের জন্য যৌগটির গাঠনিক সংকেত নির্ণয় করতে হয়। তখন যৌগটির (১) বিশুদ্ধকরণ, (২) আঙ্গিক বিশ্লেষণ, (৩) পরিমাণ জ্ঞাপক মাত্রিক বিশ্লেষণ, (৪) আণবিক ভর নির্ণয়, (৫) স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয়, (৬) রাসায়নিক ধর্মভিত্তিক কার্যকরীমূলক শনাক্তকরণ ও গাঠনিক সংকেত নির্ণয় আবশ্যিক হয়ে পড়ে। এ পদ্ধতিগত কাজ সুসম্পন্ন করার জন্য জৈব যৌগটি অবশ্যই বিশুদ্ধ হওয়া প্রয়োজন।

তাই বিশুদ্ধ জৈব যৌগের প্রয়োজনে নির্দিষ্ট যৌগকে অপরিবর্তিত রেখে তাকে অন্য মিশ্রিত পদার্থ থেকে ভৌত পদ্ধতিতে পৃথক করা হয়। এ পদ্ধতিকে যৌগের বিশুদ্ধকরণ বা বিশোধন বলে। যে সব ভৌত ধর্মের ওপর ভিত্তি করে জৈব যৌগ বিশোধন করা হয়, এদের মধ্যে নিম্নোক্ত ভৌত ধর্মগুলো প্রধান : (ক) কেলাস গঠন, (খ) বাষ্পীয়তা, (গ) পানিতে অদ্রাব্যতা কিন্তু জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়তা, (ঘ) উর্ধ্বপাতন ধর্ম প্রভৃতি।

১২.২ জৈব যৌগের বিশোধন

Purification of Organic Compounds

জৈব যৌগের বিশোধন বা বিশুদ্ধিকরণের জন্য সাধারণত নিম্নোক্ত পদ্ধতিসমূহ অনুসৃত হয়। যেমন,

(ক) কঠিন জৈব যৌগের জন্য : ১। কেলাসন, ২। আংশিক কেলাসন, ৩। উর্ধ্বপাতন, ৪। বাষ্পপাতন, ৫।

দ্রাবকের সাহায্যে নিষ্কাশন।

(খ) তরল জৈব যৌগের জন্য : ১। পাতন, ২। আংশিক পাতন, ৩। বাষ্পপাতন, ৪। নিম্নচাপ পাতন, ৫।

দ্রাবকের সাহায্যে নিষ্কাশন।

(গ) গ্যাসীয় জৈব যৌগের জন্য : ১। শোষণ পদ্ধতি, ২। তরলীকরণ ও পাতন।

এছাড়া ক্রোমাটোগ্রাফি (Chromatography) পদ্ধতিতে বিভিন্ন জৈব যৌগ পৃথকীকরণ, বিশোধন ও

শনাক্তকরণ করা হয়ে থাকে।



Id: www.facebook.com/tanbir.cox



Page: www.facebook.com/tanbir.ebooks

১২.৩ কেলাসন

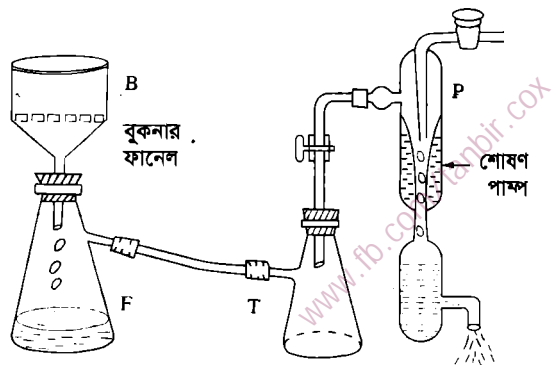
Crystallisation



মূলনীতি : ভেজাল মিশ্রিত জৈব যৌগকে এমন একটি দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হয়, যেখানে উক্ত জৈব যৌগটি দ্রবণীয় হয় এবং ভেজাল বস্তু অদ্রবীভূত থাকে। উচ্চ তাপমাত্রায় সে দ্রাবকে দ্রবণীয় জৈব যৌগের সম্পৃক্ত দ্রবণকে অদ্রবণীয় বস্তু থেকে পরিস্রাবণে পৃথক করা হয় এবং সংশ্লিষ্ট পরিস্রুতকে নিম্নতাপমাত্রায় কেলাসিত করে জৈব যৌগকে পৃথক করা হয়।

উপযুক্ত দ্রাবক নির্ধারণ ও ব্যবহৃত দ্রাবকের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণের ওপর কেলাসন প্রক্রিয়া নির্ভরশীল। এজন্য ব্যবহৃত দ্রাবকের মধ্যে ইথার, পেটোলিয়াম ইথার, কার্বন ডাইসালফাইড, মিথানল, ইথানল, ইথাইল অ্যাসিটেট, অ্যাসিটিক এসিড, ক্লোরোফর্ম, বেনজিন ইত্যাদি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

বর্ণনা : সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুতি : স্বল্প পরিমাণ উপযুক্ত দ্রাবকে বিশোধনযোগ্য কঠিন মিশ্রণটির দ্রবণীয় জৈব যৌগটিকে উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রবীভূত করে এর সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। ব্যবহৃত দ্রাবকটি খুব উদারী হলে (যেমন, ইথার), তখন পাত্রের মুখে কর্কযুক্ত বায়ুশীতক নল যুক্ত করা হয়। এতে দ্রাবক বাষ্পের অথবা অপচয় রোধ হয় এবং দ্রাবক বাষ্প দীপশিখার সংস্পর্শে আসতে পারে না। ফলে দুর্ঘটনা রোধ হয়।



চিত্র ১২.১ : সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুতি। চিত্র ১২.২ : উষ্ণ দ্রবণ পরিস্রাবণ। চিত্র ১২.৩ : বুকনার ফানেল দ্বারা নিম্নচাপে পরিস্রাবণ।

পরিষ্কাবণ : প্রস্তুত উষ্ণ সম্পৃক্ত দ্রবণকে দ্রুত পরিষ্কাবণ করে ভেজাল বস্তু থেকে পৃথক করা হয়। উষ্ণ দ্রবণ পরিষ্কাবণ করার সময় ধীরে ধীরে শীতল হয়ে ফিল্টার কাগজের ওপর কেলাস জমতে থাকে বলে উষ্ণ পানির জ্যাকেটযুক্ত ফানেলকে সদা উত্তপ্ত করে পরিষ্কাবণ করা হয় (চিত্র ১২.২)। পরিষ্কাবণ হার বৃদ্ধির জন্য বুকনার ফানেল B ও শোষণ পাম্প (চিত্র ১২.৩) ব্যবহৃত হয়।

কেলাসন : সম্পৃক্ত দ্রবণ শীতল হতে থাকলে কেলাসন ঘটে। ধীরে ধীরে শীতলকরণে কেলাসের বড় দানা ও দ্রুত শীতলকরণে মিহিদানা পাওয়া যায়। বুকনার ফানেল ও শোষণ পাম্প ব্যবহার করে কেলাস পৃথক করা হয়। কেলাসগুলোকে বিশুদ্ধ দ্রাবক দ্বারা কয়েকবার ধুয়ে নিতে হয়। কখনও কখনও এ কেলাসে ভেজাল বস্তুর দানাও মিশানো থাকে। তাই পুনঃকেলাসনের জন্য কেলাসকে ন্যূনতম পরিমাণ দ্রাবকে উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রবীভূত করে অল্প প্রাণিজ কয়লাসহ ফুটায় পূর্বের নিয়মে পরিষ্কাবণ ও কেলাসন করে নেয়া হয়। এরূপে এক সময় বিশুদ্ধ কেলাস পাওয়া যায়। পরপর দুবার কেলাসনে প্রাপ্ত কেলাসের গলনাঙ্ক একই হলে যৌগটি বিশুদ্ধ হয়েছে বলে গণ্য করা হয়।

উদাহরণ : সামুদ্রিক লবণাক্ত পানি থেকে কেলাসন প্রক্রিয়ায় খাদ্য লবণ (NaCl) উৎপাদন করা হয়।

১২.৪ আংশিক কেলাসন (Fractional crystallisation)

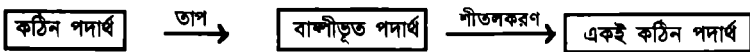
মূলনীতি : উপযুক্ত কোন দ্রাবকে বিভিন্ন দ্রাব্যতা বিশিষ্ট দুই বা ততোধিক কঠিন বস্তুর মিশ্রণকে দ্রবীভূত করে এদের দ্রাব্যতার পার্থক্যের ওপর নির্ভর করে অপেক্ষাকৃত কম দ্রবণীয় যৌগের সাপেক্ষে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি ও নিম্নতাপমাত্রায় কেলাসনের মাধ্যমে এদের পৃথক করার প্রক্রিয়াকে আংশিক কেলাসন বলে। ব্যবহৃত দ্রাবকে পদার্থগুলোর দ্রাব্যতার পার্থক্য যত বেশি হয়, আংশিক কেলাসনে এদের পৃথকীকরণও ততই সুবিধাজনক।

বর্ণনা : মনে করি, A ও B দু'টি যৌগ অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। এখানে A এর দ্রাব্যতা (ধরি কক্ষতাপে 25) B এর দ্রাব্যতা (ধরি কক্ষতাপে 45) অপেক্ষা কম। অতএব তাপ প্রয়োগে A ও B এর মিশ্রণটিকে কম পরিমাণ দ্রাবকে দ্রবীভূত করে শীতল করা হয়। ফলে কম দ্রাব্য A কেলাসরূপে পৃথক হয়। এর পর পরিষ্কাবণ করে প্রাপ্ত পরিস্রুতকে তাপ প্রয়োগে আরো গাঢ় করে শীতল করলে B এর কেলাস পড়ে। এই A ও B কেলাসকে কোন উপযুক্ত দ্রাবক যেমন, প্রাপ্ত বেনজিন ও ইথারে পৃথক পৃথকভাবে দ্রবীভূত করে পুনঃ পুনঃ কেলাসন করলে বিশুদ্ধ A ও B পাওয়া যায়। সাধারণত আংশিক কেলাসনে ব্যবহৃত দ্রাবক হল পানি, অ্যালকোহল, ইথার, অ্যাসিটোন বেনজিন ইত্যাদি।

উদাহরণ : চিনি বা সুগার শিঙ্গে, প্রাথমিকভাবে কেলাসিত চিনিকে এর জলীয় দ্রবণ থেকে আংশিক কেলাসন প্রক্রিয়ায় বিশোধন করা হয়।

১২.৫ উর্ধ্বপাতন (Sublimation)

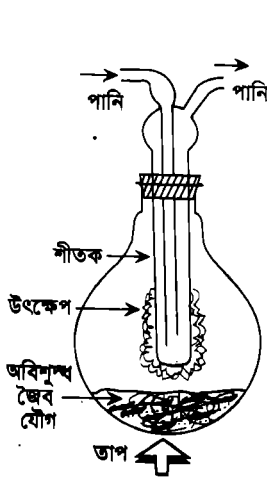
মূলনীতি : যে সব কঠিন পদার্থের গলনাঙ্কের নিম্ন তাপমাত্রায় এদের বাষ্পচাপ বায়ুচাপ অপেক্ষা বেশি হয়, সে সব কঠিন পদার্থ তাপের প্রভাবে কঠিন অবস্থা থেকে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয় এবং বিপরীতক্রমে ঐ বাষ্পকে শীতল করলে সরাসরি পূর্বের কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। এ পদ্ধতিকে উর্ধ্বপাতন বলে।



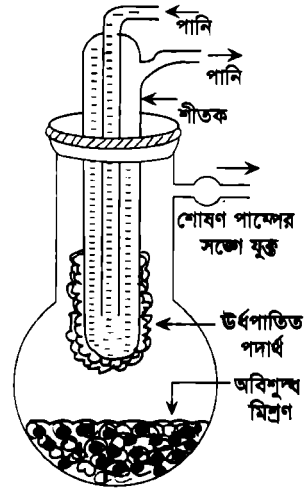
এ সব কঠিন পদার্থকে উর্ধ্বপাতনযোগ্য পদার্থ বলে এবং উর্ধ্বপাতনে পৃথকীকৃত বস্তুকে উৎক্ষেপ বলে।

উদাহরণ : উর্ধ্বপাতিত বস্তুর মধ্যে কর্পূর, ন্যাফথলিন, বেনজয়িক এসিড উল্লেখযোগ্য।

বর্ণনা : কোন অনুঘায়ী কঠিন পদার্থ ও উর্ধ্বপাতনযোগ্য জৈব পদার্থের মিশ্রণকে গোলতলী ফ্লাস্কে নেওয়া হয়। এরপর চিত্রমতে একটি পানিনীতক ফ্লাস্কের মুখে যুক্ত করা হয়। শীতকে পানি চালনা করে তাকে শীতল রাখা হয়। এখন ফ্লাস্কটিকে উত্তপ্ত করলে উর্ধ্বপাতনযোগ্য পদার্থটি বাষ্পীভূত হয়ে শীতকের সংস্পর্শে কঠিন উৎক্ষেপরূপে শীতকের গায়ে জমা হয়। পরিশেষে শীতকের গা থেকে উৎক্ষেপ পৃথক করে বিশুদ্ধ যৌগটি সংগ্রহ করা হয়।



চিত্র ১২.৪ : উর্ধ্বপাতন।



চিত্র ১২.৫ : নিয় চাপে উর্ধ্বপাতন।

উর্ধ্বপাতন প্রক্রিয়া নিম্নচাপেও করা যায়। এক্ষেত্রে মিশ্রণটিকে পার্শ্বনলযুক্ত একটা মোটা কাচনল ফ্লাস্কে নেওয়া হয়। এর মুখে চিত্রের মত একটি পানি শীতক কর্ক দ্বারা যুক্ত করা হয়। শীতকে ঠান্ডা পানি চালনা করা হয় এবং ফ্লাস্কের পার্শ্বনলটি রবার নলের সাহায্যে শোষণ-পাম্পের সঙ্গে যুক্ত করা হয়। ফলে ফ্লাস্কের ভেতর বায়ুচাপ কমে যায় এবং উর্ধ্বপাতনযোগ্য জৈব যৌগ বাষ্পীভূত হয়ে ওপরের শীতকের গায়ে উৎক্ষেপরূপে জমা হয়।

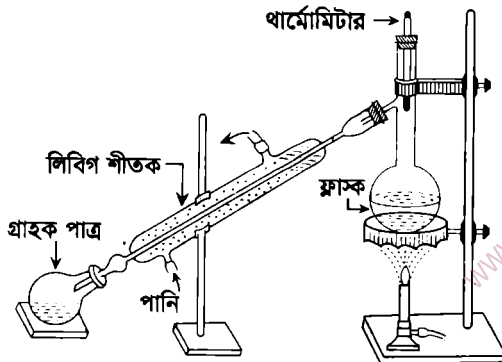
১২.৬ পাতন

Distillation

মূলনীতি : যে তরল পদার্থ স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে বিয়োজিত না হয়ে বাষ্পীভূত হয় এবং সে বাষ্পকে শীতল করার পর একই তরল পদার্থ পাওয়া যায়, তাকে উদ্বায়ী তরল বলে। তাপ প্রয়োগে তরলকে বাষ্পে রূপান্তর ও শীতলকরণে ঘনীভূত হয়ে একই তরল পদার্থে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে পাতন বলে।

এ পাতন প্রক্রিয়ার সাহায্যে (১) অনুদায়ী কঠিন ও তরল পদার্থ থেকে উদ্বায়ী তরলকে এবং (২) 40°C তাপমাত্রার অধিক ব্যবধানের স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট দুই তরল পদার্থের মিশ্রণ থেকে পরস্পরকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করা যায়।

বর্ণনা : বিশোধনের জন্য অবিশুদ্ধ তরলকে পাতন ফ্লাস্কে নিয়ে এর মুখে কর্কের মাধ্যমে একটি থার্মোমিটার এর বালবকে ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের মুখ বরাবর রেখে যুক্ত করা হয়। [চিত্র ১২.৬] পাতন ফ্লাস্কটিকে তারজালির ওপর রেখে উত্তপ্ত করা হয় এবং একই সময়ে লিবিগ শীতকের ভেতর ঠান্ডা পানির প্রবাহ চালনা করা হয়। ফ্লাস্কে তাপ



চিত্র ১২.৬ : পাতন পন্থাটি।

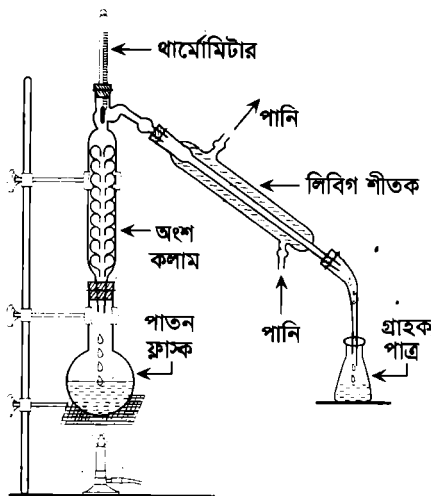
প্রয়োগ করলে থার্মোমিটারে প্রথমে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে পরে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় স্থির থাকে। তখন সে তাপমাত্রায় তরলটি বাষ্পীভূত হতে থাকে এবং শীতকে ঘনীভূত হয়ে বিশুদ্ধ তরলরূপে গ্রাহক পাত্রে জমা হয়।

তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক $100-120^{\circ}\text{C}$ এর উর্ধ্বে হলে পানি শীতক বা লিবিগ শীতকের পরিবর্তে 1 cm^3 ব্যাসের 80 cm^3 দীর্ঘ কাচ নির্মিত বায়ুশীতক ব্যবহৃত হয়।

১২.৭ আংশিক পাতন

Fractional distillation

মূলনীতি : কোন মিশ্র তরল পদার্থের উপাদানসমূহের স্ফুটনাঙ্কের ব্যবধান 40°C এর অধিক হলে সাধারণ পাতন পদ্ধতিতে এদের পৃথক করা সম্ভব। কিন্তু উপাদানসমূহের স্ফুটনাঙ্কের ব্যবধান 40°C অপেক্ষা কম হলে তখন পাতন ফ্লাস্ক ও শীতকের মাঝখানে 'অংশ কলাম' (fractionation column) নামক বিশেষ 'সাহায্যকারী শীতক' ব্যবহার করে পাতন প্রক্রিয়ায় তরল উপাদানসমূহের সুষ্ঠু পৃথকীকরণ সম্ভব হয়। এই 'অংশ কলাম' ব্যবহার করে পাতন প্রক্রিয়ায় মিশ্রণের তরল উপাদানকে পৃথক করার পদ্ধতিকে আংশিক পাতন বলে।



চিত্র ১২.৭ : আংশিক পাতন পদ্ধতি।

বর্ণনা : একটি তরল মিশ্রণে A ও B দুটি জৈব যৌগ আছে। A এর স্ফুটনাঙ্ক হল 85°C এবং B এর স্ফুটনাঙ্ক হল 100°C । মিশ্রণটিকে পাতন ফ্লাস্কে নিয়ে ছোট ছোট বালববিশিষ্ট একটি অংশ কলাম যথারীতি যুক্ত করে উত্তপ্ত করা হয়। মিশ্রণটি ফুটতে থাকে ও উৎপন্ন বাষ্প অংশ কলামের ভেতর দিয়ে ওপরে উঠলে উক্ত বাষ্পের অপেক্ষাকৃত কম উদ্বায়ী B এর বাষ্প বায়ুর শৈত্যে অংশ কলামের বালবে ঘনীভূত হয়ে নিচে নেমে আসে এবং অধিক উদ্বায়ী যৌগ A এর বাষ্প ক্রমশ ওপরের দিকে উঠতে থাকে। এতে কম উদ্বায়ী ঘনীভূত তরলের একটি নিম্নমুখী প্রবাহ ও অধিক উদ্বায়ী তরলটির বাষ্পের উর্ধ্বমুখী প্রবাহ চলতে থাকে। ফলে কম উদ্বায়ী তরলের বাষ্প ঘনীভূত হয়ে পুনরায় ফ্লাস্কে আসে এবং অধিক উদ্বায়ী তরলের বাষ্প অংশ কলাম পার হয়ে লিবিগ শীতকে প্রবেশ করে ও ঘনীভূত হয়ে পাতিত তরলরূপে গ্রাহক পাত্রে জমা হয়। পরে দুই তরলকে পৃথকভাবে পুনঃপাতন করে বিশুদ্ধ করা হয়।

আধুনিক রাসায়নিক শিল্পে 'অংশ কলাম' ব্যবহার করে (১) পেট্রোলিয়াম বিশোধন, (২) রেকটিফাইড স্পিরিট উৎপাদন, (৩) আলকাতরার অংশ পাতন, (৪) লঘু তৈল থেকে বেনজিন, টলুইন, জাইলিন প্রভৃতি পৃথকীকরণ বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

১২.৮ বাষ্প পাতন বা স্টিম পাতন

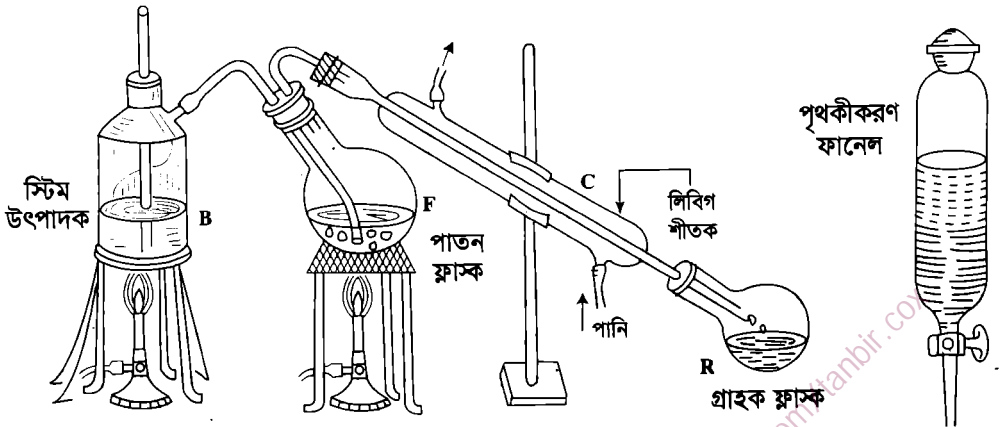
Steam Distillation

মূলনীতি : যে সব কঠিন ও তরল জৈব যৌগ পানিতে অদ্রবণীয় এবং ফুটন্ত পানিতে বিয়োজিত হয় না কিন্তু উত্তপ্ত জলীয় বাষ্প বা স্টিমে সহজেই উদ্বায়ী হয় সে অনুদ্বায়ী ভেজাল পদার্থের মিশ্রণ থেকে স্টিম প্রবাহের দ্বারা পৃথক করার পদ্ধতিকে বাষ্প পাতন বা স্টিম পাতন বলে।

স্টিম পাতনের বেলায় উদ্বায়ী জৈব যৌগ এর স্ফুটনাঙ্কের নিম্ন তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে। কারণ ঐ নিম্ন তাপমাত্রায় উদ্বায়ী যৌগের বাষ্পচাপ (P_1) ও জলীয় বাষ্পের চাপ (P_2) এর সমষ্টি বায়ুমণ্ডলের চাপ (P) এর সমান হয়।

$$\text{অর্থাৎ } P = P_1 + P_2$$

বর্ণনা : গোলতলী ফ্লাস্কে (F) অল্প পানিসহ অনুদ্বায়ী ভেজাল মিশ্রিত জৈব যৌগের মিশ্রণ নিয়ে এর সঙ্গে এক পার্শ্বে স্টিমের আগম-নল ও অপর পার্শ্বে উদ্বায়ী বাষ্পের নির্গম-নল এর সঙ্গে লিবিগ শীতক যুক্ত করা হয় (চিত্র ১২.৭)। শীতকের (C) শেষ প্রান্তে গ্রাহক পাত্র থাকে। গোলতলী ফ্লাস্কটিকে স্টিম উৎপাদক পাত্রে দিকে একটু হেলান অবস্থায় রেখে স্টিম চালনা করা হয়, যেন স্ফুটনকালে লাফ দিয়ে নির্গম-নল পর্যন্ত তরলটি পৌঁছতে না পারে। স্টিম উৎপাদক (B) ও পাতন ফ্লাস্কে (F) এমনভাবে তাপ দেওয়া হয় যেন পাতন ফ্লাস্কে প্রবিক্ত ও তা থেকে নির্গত বাষ্পের পরিমাণ প্রায় সমান থাকে। গ্রাহক ফ্লাস্কে (R) সঞ্চিত জৈব যৌগের সঙ্গে পানিও জমতে থাকে। তাই



চিত্র ১২.৮ (ক) বাষ্প পাতন পদ্ধতি।

চিত্র ১২.৮ (ক) : পৃথকীকরণ ফানেল।

কঠিন অদ্রবণীয় জৈব যৌগকে পৃথকীকরণ ফানেলের সাহায্যে পৃথক করা হয় (চিত্র ১২.৮ (ক))।

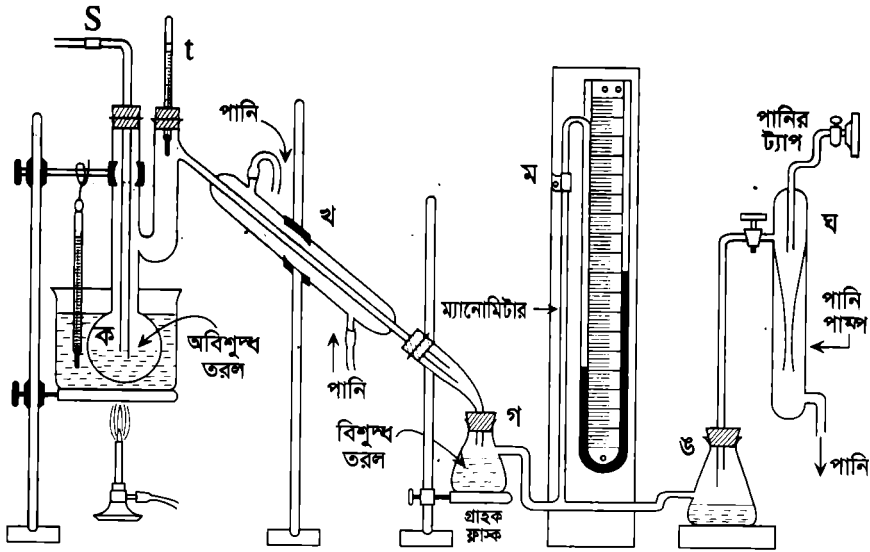
প্রয়োগ : স্টিম পাতন পদ্ধতিতে সুগন্ধি পুষ্ণ থেকে ফুলের নির্ধাস ও ইউকেলিপটাস পাতা থেকে এর তৈল প্রভৃতি নানা প্রকার সুগন্ধি তৈল নিষ্কাশন করা হয়। অ্যানিলিনের বিশোধন বাষ্প পাতনের সাহায্যে করা হয়।

১২.৯ নিম্নচাপ পাতন বা অনুপ্রেশ পাতন

Distillation under Reduced Pressure

মূলনীতি : তরল পদার্থের উপরিস্থিত বায়ুচাপ বৃদ্ধি করলে তরলের স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায় এবং বায়ুচাপ হ্রাস করলে স্ফুটনাঙ্কও হ্রাস পায়। যে সব জৈব তরল এদের স্বাভাবিক স্ফুটনাঙ্কের তাপমাত্রায় বিয়োজিত হয়ে যায়, সে সব তরল পদার্থকে অপেক্ষাকৃত নিম্ন তাপমাত্রায় তথা নিম্নচাপে পাতন করা হয়। ফলে এরা বিয়োজিত হয় না। এ রূপে তরল পদার্থের উপরিস্থিত বায়ুচাপ কমিয়ে এর স্বাভাবিক স্ফুটনাঙ্ক হতে নিম্নতর তাপমাত্রায় একে পাতন করে এর কোন মিশ্রণ থেকে পৃথক করার পদ্ধতিকে নিম্নচাপ পাতন বা অনুপ্রেশ পাতন বলে।

বর্ণনা : নিম্নচাপ পাতনের বেলায় সাধারণ পাতন ফ্লাস্কের পরিবর্তে দুই মুখওয়ালা ক্লেইজেন ফ্লাস্ক (claisen flask) ব্যবহৃত হয়। ক্লেইজেন ফ্লাস্ক (ক) এর মধ্যে তরল নিয়ে এর সোজা মুখে একটি কাচনল ফ্লাস্কের তলদেশ পর্যন্ত ও অপর মুখে একটি থার্মোমিটার (t) কর্ক দ্বারা যুক্ত করা হয়। কাচনলের বহির্মুখে রাবারের নল স্কু-ক্লিপ (s) দ্বারা



চিত্র ১২.৯ : নিম্নচাপ পাতন।

বন্ধ থাকে। ফ্লাস্ক (ক) এর পার্শ্বনলকে লিবিগ শীতক (খ) এর সঙ্গে এবং শীতকের শেষ প্রান্ত গ্রাহক ফ্লাস্ক (গ) এর সঙ্গে বায়ুরোধী অবস্থায় যুক্ত থাকে। গ্রাহক ফ্লাস্কের পার্শ্বনলকে একটি ম্যানোমিটার (ম) এর মাধ্যমে বায়ু নিষ্কাশন পাম্পের (ঙ) সঙ্গে যুক্ত করা হয়। সাধারণ ক্ষেত্রে পানি পাম্প (ঘ) এবং বিশেষ ক্ষেত্রে অতি নিম্নচাপ সৃষ্টির জন্য ভ্যাকুয়াম পাম্প (vacuum pump) ব্যবহৃত হয়। সব সংযোগ বায়ুরোধী করে পাম্পের সাহায্যে যন্ত্রপাতির ভেতরের বায়ুচাপ কমানো হয় এবং পাতন ফ্লাস্কটিকে নির্দিষ্ট চাপে ও তাপমাত্রায় রাখলে তরলটি পাতিত হতে থাকে। থার্মোমিটার থেকে তাপমাত্রা ও ম্যানোমিটার থেকে চাপমাত্রা রেকর্ড করা হয়।

স্বাভাবিক বায়ুচাপ 760 mm(Hg) এ 290° C এ গ্লিসারিন আংশিক বিয়োজনসহ ফুটে ও পাতিত হয়। কিন্তু 12 mm(Hg) চাপে ও 180° C তাপমাত্রায় উক্ত গ্লিসারিন বিয়োজন ছাড়া ফুটে ও পাতিত হয়। তাই সাবান শিল্পে বর্জ্য লাই (spent lye) থেকে নিম্নচাপে ও নিম্ন তাপমাত্রায় গ্লিসারিনকে পাতিত করা হয়। এছাড়া ইথাইল অ্যাসিটেট, ইথাইল ম্যাগনেট, ফিনাইল হাইড্রাজিন ইত্যাদির বেলায় নিম্নচাপ পাতন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়।

১২.১০ দ্রাবক নিষ্কাশন

Solvent Extraction

মূলনীতি : সাধারণত সমযোজী জৈব যৌগসমূহ অজৈব দ্রাবক যেমন, পানি ও লঘু এসিড দ্রবণ অপেক্ষা জৈব দ্রাবকে অধিকতর দ্রবণীয়। কাজেই জৈব যৌগকে জলীয় দ্রবণ থেকে কোন নির্দিষ্ট জৈব দ্রাবক দ্বারা নিষ্কাশন করা যায়। এ উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত দ্রাবক পানিতে অদ্রবণীয় হওয়া আবশ্যিক। নিষ্কাশনের জন্য ব্যবহৃত আদর্শ জৈব দ্রাবক হল ইথার, ক্লোরোফর্ম, বেনজিন, পেটোলিয়াম ইথার ইত্যাদি।

জৈব দ্রাবক দ্বারা নিষ্কাশন নিম্নোক্ত দু প্রণালীতে করা যায় :

(১) জলীয় দ্রবণ থেকে নিষ্কাশন ও (২) কঠিন পদার্থ থেকে নিষ্কাশন।

(১) **জলীয় দ্রবণ থেকে নিষ্কাশন :** জৈব যৌগের জলীয় দ্রবণকে একটি পৃথকীকরণ ফানেলে (চিত্র, ১২.১০) নিয়ে ও ইথার যোগ করে ঝাঁকানোর পর স্থিরভাবে রাখা হয়। তখন তরলটি ইথারীয় ও জলীয় এ দু স্তরে বিভক্ত হয়। নিচের জলীয় স্তরটিকে স্টপ কক ঘুরিয়ে বের করে নেওয়ার পর ইথার স্তরকে ভিনু পায়ে রাখা হয়। পুনরায় জলীয় স্তরকে ফানেলে নিয়ে আরো কিছু ইথার মিশিয়ে পূর্বের মত ঝাঁকিয়ে স্থির রাখা হয় এবং অবশিষ্ট পানি স্তরকে পৃথক করা হয়। শেষে উভয় ইথার স্তরকে নিরুদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা শুষ্ক করে আর্থশিক পাতন দ্বারা দ্রাবক ইথার ও জৈব যৌগটি বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করা হয়।

ক্লোরোফর্ম ও অ্যালকোহল মিশ্রণে পানি যোগ করে ঝাঁকিয়ে স্থির রাখলে ওপরের পানি স্তরে অ্যালকোহল দ্রবীভূত থাকে। নিচের ভারী ক্লোরোফর্ম স্তরকে পৃথক করা হয়। পরে ইথার দ্বারা অ্যালকোহল পৃথক করা যায়।

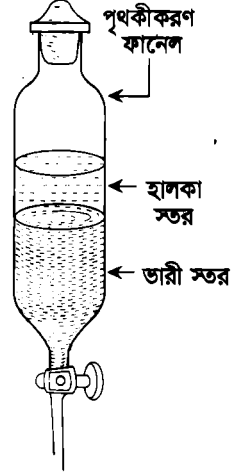
(২) **কঠিন পদার্থ থেকে জৈব যৌগ নিষ্কাশন :** সঞ্জলেট নিষ্কাশন : **মূলনীতি :** কঠিন পদার্থ থেকে জৈব

যৌগ নিষ্কাশনের জন্য মিহিচূর্ণ কঠিন বস্তুকে এমন একটি দ্রাবকে সিক্ত ও উত্তপ্ত করা হয় সে দ্রাবকে কেবল উক্ত ঙ্গিত জৈব যৌগটি দ্রবীভূত হলেও অন্যান্য ভেজাল পদার্থ অদ্রবীভূত থাকে। গাছের পাতা, বাকল ও শস্য বীজ থেকে জৈব যৌগ নিষ্কাশন এ পদ্ধতিতে করা হয়।

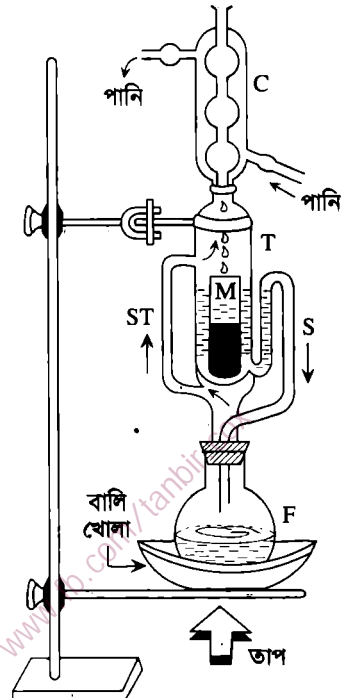
এজন্য সঞ্জলেট নিষ্কাশন যন্ত্র (Soxhlet extractor) ব্যবহৃত হয়। সঞ্জলেট যন্ত্রে তিনটি অংশ থাকে। যেমন, (১) নিচের পাতন ফ্লাস্ক (F), (২) মাঝখানের পার্শ্বনল ও সাইফুনযুক্ত বড় গ্রাস টিউব (T) এবং (৩) ওপরের শীতক অংশ-কলাম (C) (চিত্র, ১২.১১)।

জৈব যৌগের উৎস যেমন, গাছের পাতা, বাকল বা শস্যবীজ গুঁড়া করে পুরু ফিল্টার কাগজের (M) টোপরকে (thimble) ভর্তি করে মাঝখানের বড় গ্রাস টিউবে (T) এমনভাবে রাখা হয় যেন এর উচ্চতা সাইফুন নলের (S) কিছু উচুতে থাকে। এরপর গ্রাসটিউবের আয়তনের দেড় গুণ পরিমাণ দ্রাবক ফ্লাস্কে নিয়ে একে পানিগাহে বা বাগিখোলায় উত্তপ্ত করা হয়। দ্রাবকের বাষ্প পার্শ্বনলের (S.T) মাধ্যমে ওপরের শীতকে পৌঁছে এবং তরলীভূত হয়ে ফোঁটায় ফোঁটায় ফিল্টার কাগজের টোপরের ওপর পড়ে এবং জৈব যৌগকে দ্রবীভূত করে পরিস্রাবণের পর 'টোপের' ও গ্রাস টিউবের মাঝখানের ফাঁকে দ্রবণরূপে জমা হয়। এরূপে দ্রবণের উচ্চতা সাইফুন নলের উর্ধ্বে পৌঁছলে, ঐ দ্রবণটি সাইফুন টানে নিচের ফ্লাস্কে স্থানান্তরিত হয়। দ্রাবকের এই আবর্তন প্রয়োজন মত অনেক বার করা হয়। এরপর দ্রবণের আর্থশিক পাতনে দ্রাবক থেকে ঙ্গিত জৈব যৌগটিকে পৃথক করা হয়।

এ পদ্ধতিতে পেটোলিকে দ্রাবকরূপে ব্যবহার করে নারিকেলের শাঁসের গুঁড়া থেকে নারিকেল তেল নিষ্কাশন করা যায়।



চিত্র ১২.১০ : পৃথকীকরণ ফানেল।



চিত্র ১২.১১ : সঞ্জলেট নিষ্কাশন যন্ত্র।

১২.১১ ক্রোমাটোগ্রাফী Chromatography

বিভিন্ন যৌগের মিশ্রণের দুটি সমাবস্থার (phases) মধ্যে বণ্টনের (distribution) পার্থক্যের ওপর নির্ভর করে 1903 খ্রিস্টাব্দে রুশ বিজ্ঞানী সোয়েট (Tswett) উদ্ভিদ থেকে রঙিন পদার্থ যেমন, ক্লোরোফিল নামক উপাদান পৃথক করার কাজে ক্রোমাটোগ্রাফী (chroma অর্থ রং এবং গ্রাফ (graph) অর্থ চিত্রণ) পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন।

ক্রোমাটোগ্রাফীর সংজ্ঞা : যে বিশ্লেষণমূলক পদ্ধতিতে বিশেষ জৈব যৌগের দুই বা ততোধিক উপাদানের কোন মিশ্রণকে একটি স্থির মাধ্যমে রেখে এবং অপর একটি সচল মাধ্যমকে উক্ত স্থির মাধ্যমের সংস্পর্শে প্রবাহিত করে মিশ্রণের উপাদানগুলোর অধিশোষণ মাত্রা কিংবা বণ্টন সহগের ওপর ভিত্তি করে এদেরকে বিভিন্ন স্তরে পৃথক করা সম্ভব হয়, তাকে ক্রোমাটোগ্রাফী বলা হয়।

মূলনীতি : দুটি সমাবস্থার মধ্যে একটি 'স্থির সমাবস্থা' (stationary phase) এবং অপরটি 'চলনশীল সমাবস্থা' (mobile phase) থাকে। এখানে তরল বা বাষ্পীয় পদার্থ 'চলনশীল সমাবস্থা' রূপে এবং কঠিন বস্তু অথবা কঠিন বস্তুর উপরিস্থিত তরল বস্তু 'স্থির-সমাবস্থা' রূপে ব্যবহৃত হয়।

স্থির মাধ্যমটি যদি কঠিন পদার্থ হয়, তখন এর দ্বারা অধিশোষণের মাত্রার (extent of absorption) ওপর ভিত্তি করে মিশ্রণের উপাদানগুলো স্থির মাধ্যমের মধ্যে বিভিন্ন স্তরে বিভক্ত হয়। কোন উপাদান স্থির মাধ্যমের অধিশোষক দ্বারা কতটা অধিশোষিত হবে তা নির্ভর করে সে উপাদানের গঠন প্রকৃতির ওপর। উপাদানটি যত পোলার হবে $(-COOH > OH > NH_2 > -CHO > -CO- > C = C > Cl)$ অধিশোষক দ্বারা ততই অধিক অধিশোষিত হবে। স্থির মাধ্যমটি যদি তরল পদার্থ হয়, তখন এর মধ্যে এবং সচল মাধ্যমে মিশ্রণের উপাদানগুলোর দ্রবণীয়তা বা বণ্টন সহগ (Partition coefficient) এর ওপর ভিত্তি করে উপাদানগুলো বিভিন্ন স্তরে বিভক্ত হয়ে যায়।

শ্রেণীবিভাগ : উপাদানের ভৌত ধর্ম যেমন, অধিশোষণ ও দ্রাব্যতার ওপর ভিত্তি করে ক্রোমাটোগ্রাফীকে প্রধানত নিম্নোক্ত শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায় :

(ক) অধিশোষণ ক্রোমাটোগ্রাফী (absorption chromatography) স্থির মাধ্যম চলনশীল মাধ্যম

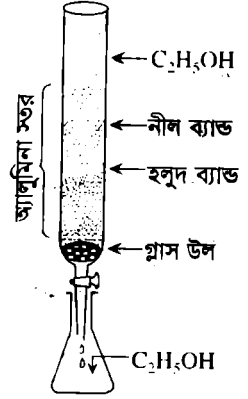
- | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|------|-----|
| (১) কলাম ক্রোমাটোগ্রাফী | (column chromatography; CC) | কঠিন | তরল |
| (২) পাতলা স্তর ক্রোমাটোগ্রাফী | (thin layer chromatography; TLC) | কঠিন | তরল |

(খ) বণ্টন বা বিভাজন ক্রোমাটোগ্রাফী (partition chromatography)

- | | | | |
|--------------------------|----------------------------|-----|-------|
| (১) পেপার ক্রোমাটোগ্রাফী | (paper chromatography; PC) | তরল | তরল |
| (২) গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফী | (gas chromatography; GC) | তরল | গ্যাস |

এখানে কলাম ক্রোমাটোগ্রাফী, পাতলা স্তর ক্রোমাটোগ্রাফী ও পেপার ক্রোমাটোগ্রাফী বর্ণনা করা হল।

(১) কলাম বা অধিশোধন ক্রোমাটোগ্রাফী : এ পদ্ধতিতে 'স্থির-সমাবস্থা' রূপে সূক্ষ্ম কণার অ্যালুমিনা লম্বা মোটা কাচনলে ভর্তি করা হয় এবং বিশ্লেষণযোগ্য রঙিন জৈব যৌগের মিশ্রণটিকে উপযুক্ত দ্রাবকে (যেমন, অ্যালকোহল, পেন্টেন, বেনজিন, ইথার ইত্যাদিতে) দ্রবীভূত করে 'চলনশীল সমাবস্থা' রূপে ব্যবহার করা হয়।



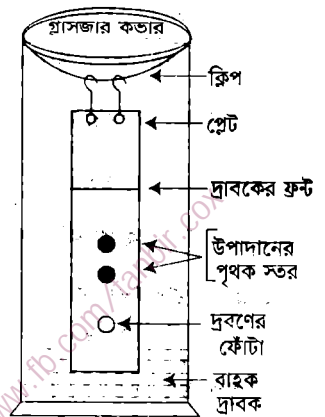
চিত্র ১২.১২ : কলাম ক্রোমাটোগ্রাফী।

বুরেট আকৃতির নলটিকে ধৌত করে একটি 'স্ট্যান্ডের' সাহায্যে খাড়া করে রাখা হয়। প্রথমে নলের তলদেশে গ্রাস উল ঢুকানো হয়। এরপর অ্যালুমিনা দ্বারা এমনভাবে পূর্ণ করা হয় যেন অ্যালুমিনা স্তরে কোন ফাঁক না থাকে। এ জন্য নির্বাচিত দ্রাবক যেমন, ইথাইল অ্যালকোহলকে ওপর থেকে নিচে ঢেলে ও কাচ দণ্ড দিয়ে নেড়ে অ্যালুমিনা কলাম প্রস্তুত করা হয় এজন্য এর নাম 'কলাম ক্রোমাটোগ্রাফী'। এখন উক্ত একই দ্রাবকে প্রস্তুত দ্রবের মিশ্রণকে ওপর থেকে অ্যালুমিনা কলামে ঢেলে দেয়া হয়।

কলাম বেয়ে বর্ণযুক্ত যৌগের মিশ্রণটি নেমে আসার সময় অধিক শোষিত দ্রব কলামের উপরিভাগে ও অপেক্ষাকৃত কম শোষিত দ্রবসমূহ ক্রমশ কলামের নিচের দিকে বিভিন্ন রঙের ব্যান্ড (band) তৈরি করে শোষিত হয়। এরপর উপযুক্ত দ্রাবক কলামের মধ্য দিয়ে চালনা করলে বিভিন্ন 'ব্যান্ড' ঐ দ্রাবকে বিভিন্ন 'ধৌত'রূপে বের হয়ে আসে এবং পৃথক পৃথকভাবে সংগ্রহ করা হয়। এক্ষেত্রে সবচেয়ে কম শোষিত অপোলার দ্রবটি প্রথমে ও অধিক শোষিত পোলার দ্রব সব শেষে 'ধৌত' রূপে আসে। ধৌতরূপে আসা দ্রবণকে পাতন করে এর দ্রবসমূহকে পৃথক করা হয়। নির্দিষ্ট দ্রাবক ব্যবহার করে "ব্যান্ডযুক্ত দ্রব"গুলোকে ধুয়ে পৃথক করাকে ইলিউশন (elution) বলে এবং ব্যবহৃত দ্রাবকটিকে ইলিউয়েন্ট (eluent) বলে।

ব্যবহার : ভিটামিন, অ্যামাইনো এসিড, এস্টার ইত্যাদির পৃথকীকরণ ও বিশোধন এ পদ্ধতিতে করা হয়।

(২) পাতলা স্তর ক্রোমাটোগ্রাফীতে গ্রাস প্রেট বা প্লাস্টিক মসৃণ তলের ওপর সিলিকা জেল, অ্যালুমিনা অথবা সেলুলোজ গুঁড়ার প্রায় 0.25 mm. পুরু পাতলা স্তর তৈরি করা হয়। উক্ত প্রেটের এক প্রান্তের 2.5 cm ওপরে মিশ্রণের দ্রবণের ফোঁটা স্থাপন করা হয়। পরে, সচল মাধ্যমরূপে বেনজিন, ক্লোরোফর্ম অথবা ইথানলকে ট্যাঙ্কের তলদেশে রেখে ঐ প্রেটটিকে সচল মাধ্যম বা বাহক দ্রাবকের মধ্যে এমনভাবে রাখা হয় যেন নমুনা বস্তুই ফোঁটাসমূহ বাহক দ্রাবকের সংস্পর্শ হতে কিছু ওপরে থাকে। তখন বাহক দ্রাবক ধীরে ধীরে পরিশোধক স্তর বেয়ে ওপর দিকে উঠতে থাকে এবং মিশ্রণের উপাদানগুলো পৃথক স্তরে বিভক্ত হয়ে পড়ে। শেষে বিভিন্ন স্তরের উপাদানকে উপযুক্ত দ্রাবক দ্বারা ধৌত করে সংগ্রহ করা হয়।



চিত্র ১২.১৩ : পাতলা স্তর ক্রোমাটোগ্রাফী।

ব্যবহার : এ পদ্ধতিতে প্রোটিন অণুর গঠন নির্ণয়, অ্যামাইনো এসিড, নিউক্লিয়োটাইডসমূহ, নিউক্লিয়োসাইডসমূহ, ভিটামিন ও পতঙ্গ ধ্বংসকারী ওষুধসমূহ পৃথকীকরণ ও বিশোধন করা হয়।

(৩) পেপার ক্রোমাটোগ্রাফিতে হোয়াটম্যান (Whatman) ফিল্টার কাগজের এক প্রান্তে নমুনা মিশ্রণের ফোঁটা দেয়া হয়। হোয়াটম্যান ফিল্টার কাগজ স্থির মাধ্যমরূপে পানি শোষণ করে রাখে। এখন সচল মাধ্যমরূপে জৈব দ্রাবক প্রোপানল বা অ্যাসিটোনকে ট্যাংকের তলদেশে একটি পাত্রে রাখা হয় এবং নমুনা মিশ্রণের ফোঁটায়ুক্ত ফিল্টার কাগজের প্রান্তটিকে উক্ত বাহক দ্রাবকের সংস্পর্শে রাখা হয়। তখন বাহক দ্রাবক ধীরে ধীরে ফিল্টার কাগজ দ্বারা শোষিত হয় এবং মিশ্রণের উপাদানগুলো দুই দ্রাবকের মধ্যে বণ্টন সহগ অনুসারে বিভক্ত হয়ে পড়ে। বাহক দ্রাবক কাগজের ওপরের প্রান্তে পৌঁছলে তখন কাগজটি বের করে নেওয়া হয়। তারপর নমুনার উপাদানসমূহ যেমন, X ও Y এর অবস্থান রাসায়নিক বা ভৌত প্রক্রিয়ায় স্পষ্টরূপে চিহ্নিত করা হয়। পরে উপাদানসমূহের অবস্থান অনুসারে

ফিল্টার কাগজকে কেটে নিয়ে উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে যৌগসমূহকে দৌত করে সংগ্রহ করা হয়। প্রত্যেক পৃথকীকৃত উপাদানের জন্য সংশ্লিষ্ট R_f মান (retardation factor value) হিসাব করা হয় :

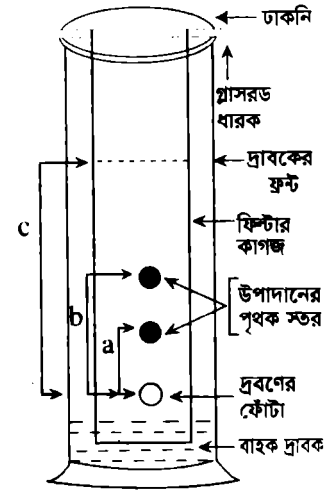
$$R_f = \frac{\text{উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$$

$$1\text{ম উপাদান (X) এর } R_f = \frac{a}{c}$$

$$2\text{য় উপাদান (Y) এর } R_f = \frac{b}{c}$$

R_f এর বৈশিষ্ট্য

(ক) যেহেতু R_f হল দুটি দূরত্বের অনুপাত; তাই এর কোন একক নেই। (খ) দ্রাবকের চেয়ে উপাদানের স্পটগুলো ধীরে চলে ফলে R_f এর মান 1 থেকে কম হবে।



চিত্র ১২.১৪ : পেপার ক্রোমাটোগ্রাফি।

(গ) R_f এর মান থেকে উপাদান শনাক্ত করা যায়। (ঘ) দ্রাবকের প্রকৃতির ওপর R_f এর মান নির্ভরশীল। দ্রাবক পরিবর্তন করলে R_f এর মানের পরিবর্তন ঘটে।

ব্যবহার : এ পদ্ধতিতে অ্যামাইনো এসিড, লিপিডসমূহ, স্টেরোয়েডসমূহ, হরমোনসমূহ, নিউক্লিয়োসাইড, নিউক্লিওটাইডসমূহ পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ করা হয়।

১২.১২ জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার পরীক্ষা Criteria of Purity of Organic Compounds

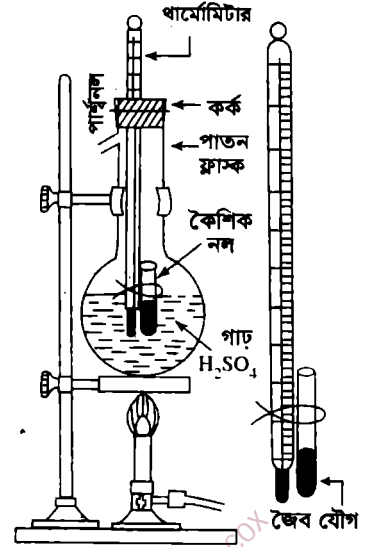
বিশুদ্ধতার মানদণ্ড : বিশুদ্ধ জৈব যৌগের নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, ঘনত্ব, প্রতিসরাঙ্ক, দানাদার বা কেলাস গঠন ইত্যাদি বৈশিষ্ট্যসূচক ধর্ম থাকে। এসব ভৌত ধর্মকে জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড বলে। কাজেই কোন প্রদত্ত নমুনা এর বিশুদ্ধ নমুনার বৈশিষ্ট্যসূচক উপরিউক্ত ভৌত ধর্ম প্রকাশ করলে তখন সেই প্রদত্ত যৌগটিকেও বিশুদ্ধ বলে নিশ্চিত করা হয়।

পরীক্ষাগারে কঠিন পদার্থের স্থির গলনাঙ্ক ও তরল পদার্থের স্থির স্ফুটনাঙ্ককে জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার প্রধান মানদণ্ডরূপে গ্রহণ করা হয়। অবিশুদ্ধ কঠিন যৌগের গলনাঙ্ক এর প্রকৃত মান থেকে কয়েক ডিগ্রি সেলসিয়াস কম হয় এবং অবিশুদ্ধ তরল যৌগের বেলায় এর স্ফুটনাঙ্ক প্রকৃত স্ফুটনাঙ্ক থেকে কয়েক ডিগ্রি বেশি হয়।

গলনাঙ্ক : কোন জৈব যৌগের গলনাঙ্ক বলতে সে তাপমাত্রাকে বোঝায় যে তাপমাত্রায় উক্ত যৌগের কঠিন ও তরল উভয় ভৌত অবস্থাসহ অবস্থান (co-exist) করে। যেমন, বেনজয়িক এসিডের গলনাঙ্ক হল 121°C ।

স্ফুটনাঙ্ক : যে তাপমাত্রায় কোন তরল পদার্থের বাষ্পচাপ উক্ত তরলের উপরিস্থিত বায়ুচাপের সমান হয়, সে তাপমাত্রাকে উক্ত তরলটির স্ফুটনাঙ্ক বলে। নির্দিষ্ট বায়ুচাপে প্রত্যেক তরলের একটি নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক থাকে। কিন্তু এক বায়ুচাপ বা 760 mm (Hg) স্তম্ভের চাপে কোন বিশুদ্ধ তরলের স্ফুটনাঙ্ককে তরলটির “সাধারণ স্ফুটনাঙ্ক” বলা হয়। যেমন, মিথানল বা মিথাইল অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক হল 65.5°C ।

(ক) গলনাঙ্ক নির্ণয় : পার্শ্বনল বিশিষ্ট একটি পাতন ফ্লাস্কে গ্লিসারল (b.p. 290°C) নেওয়া হয়। গ্লিসারলের পরিবর্তে বিশুদ্ধ গাঢ় H_2SO_4 (b.p. 338°C) ব্যবহার করা যায়। এর মুখে একটি থার্মোমিটার যুক্ত করা হয়। এখন প্রদত্ত জৈব যৌগের শুষ্ক মিহিচূর্ণ দ্বারা 3 - 4 mm লম্বা একটি কৈশিক নলের অর্ধাংশ পূর্ণ করে এটাকে গাঢ় H_2SO_4 সিক্ত থার্মোমিটারের বাল্ব বরাবর লাগানো হয় [চিত্র ১২.১৫]। এ থার্মোমিটার ও কৈশিক নলকে H_2SO_4 এর ফ্লাস্কে এমনভাবে রাখা হয় যেন জৈব যৌগ ভর্তি কৈশিক নলের অংশটি এসিডে নিমজ্জিত থাকে কিন্তু কৈশিক নলের খোলা মুখ H_2SO_4 এর ওপরে থাকে। এখন ফ্লাস্কটিকে ধীরে ধীরে অতি সতর্কতার সঙ্গে তাপ দেওয়া হয় এবং থার্মোমিটারে তাপমাত্রা বৃদ্ধি লক্ষ করা হয়। শেষে বিশেষ তাপমাত্রায় যৌগটি হঠাৎ গলতে থাকে। সে তাপমাত্রাকে যৌগটির গলনাঙ্ক ধরা হয়। তখন বুনসেন বার্নারটি সরিয়ে নেওয়া হয়।



চিত্র ১২.১৫ : গলনাঙ্ক নির্ণয়।

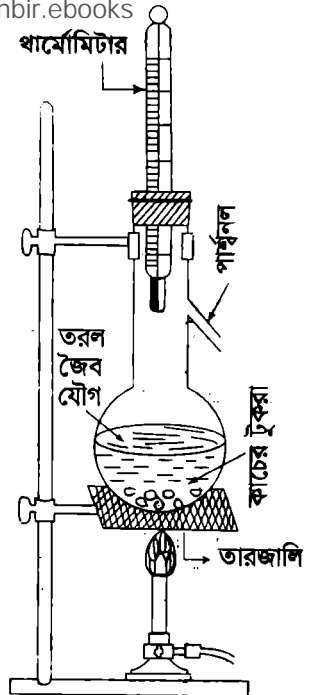
প্রত্যেক বিশুদ্ধ কঠিন জৈব যৌগের একটি নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক থাকে। যেমন, বিশুদ্ধ কঠিন বেনজয়িক এসিডের গলনাঙ্ক হল 121°C । তাই উক্ত নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বা এক ডিগ্রি পার্থক্যের মধ্যে যৌগটি গলা শেষ হলে এটিকে বিশুদ্ধ বেনজয়িক এসিড ধরা হয়। আর যদি নির্দিষ্ট 121°C তাপমাত্রায় কঠিন যৌগের বিগলন শেষ না হয়ে প্রায় $2-3^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রার ব্যবধানসহ বিগলন হয়ে থাকে, তবে যৌগটিকে অর্ধাংশ ঐ বেনজয়িক এসিডটিকে অবিশুদ্ধ ধরা হয়।

(খ) স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় : তরল পদার্থের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে দুই পদ্ধতিতে এদের স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়। যথা- (১) অধিক পরিমাণ তরলসহ সাধারণ পাতন পদ্ধতি, (২) স্বল্প পরিমাণ তরলসহ সিবোলোফস্ (siwolowoff's) পদ্ধতি।

১। সাধারণ পাতন পদ্ধতি : পাতন ফ্লাস্কে পরিমাণ মত তরল পদার্থ নিয়ে এর মুখে কর্কের সাহায্যে একটি থার্মোমিটার (350°C দাগাঙ্কিত) যুক্ত করা হয়। থার্মোমিটারের বাল্‌বটি ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের মুখ বরাবর কিন্তু ফ্লাস্কের তরলের কিছু ওপরে থাকে [চিত্র ১২.১৬]। উত্তাপে তরল পদার্থের বাষ্পিং (bumping) রোধ করার জন্য ফ্লাস্কের ভেতর কয়েক টুকরা কাচ নেয়া হয়।

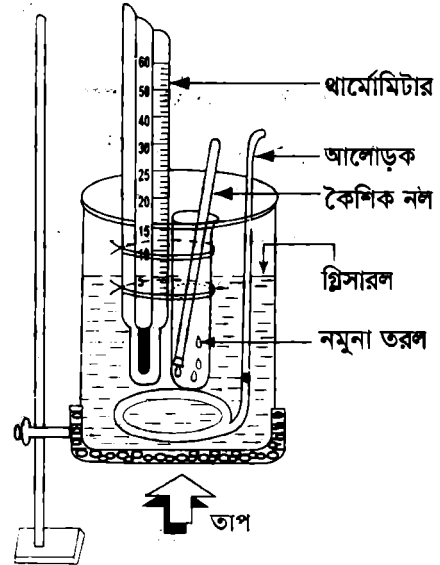
এখন বুনসেন দীপ দ্বারা সতর্কতার সঙ্গে ধীরে ধীরে ও সমভাবে ফ্লাস্কের তরলে তাপ দেওয়া হয়। তরল পদার্থের বাষ্পের তাপে থার্মোমিটারে তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। শেষে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলটি ফুটতে শুরু করে। সে তাপমাত্রাকে তরল যৌগটির স্ফুটনাঙ্ক বলে।

প্রত্যেক বিশুদ্ধ তরল জৈব যৌগের একটি নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক থাকে। যেমন, মিথানলের স্ফুটনাঙ্ক হল 65.5°C। এ নির্দিষ্ট 65.5°C তাপমাত্রায় যদি তরলটি ফুটতে থাকে, তবে তাকে বিশুদ্ধ মিথানল ধরা হয়। অপরদিকে তরলটির স্ফুটনের সময় প্রায় 2-3°C তাপমাত্রার পরিবর্তন হলে তরলটিকে অশুদ্ধ মিথানল ধরা হয়। উল্লেখ্য স্ফুটনকালে প্রদত্ত তাপ থার্মোমিটারে তাপমাত্রা বৃদ্ধি না করে তা তরলের বাষ্পীভবনের লীনতাপরূপে ব্যয়িত হয়।



চিত্র ১২.১৬ : স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়।
(সাধারণ পাতন পদ্ধতি)

* (২) স্বল্প তরলসহ স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় : পরীক্ষাধীন তরলের পরিমাণ কম হলে তখনই এ বিশেষ পদ্ধতিতে [সিবোলোওফ (siwolowoff's) পদ্ধতিতে] স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়। এ পদ্ধতিতে গলন নলাকৃতির ছোট কাচ নলে তরলটি নিয়ে এর মধ্যে এক মুখ বন্দ কৈশিক নল উপড় করে দেওয়া হয়। তরল পদার্থ ও কৈশিক নলসহ কাচ নলটিকে থার্মোমিটারের বাল্‌ব বরাবর সূক্ষ্ম নরম 'তার' দিয়ে আবদ্ধ করে পাতন ফ্লাস্কের গ্লিসারল (b.p. 290°C) এর মধ্যে এমনভাবে ডুবানো হয় যেন ছোট কাচনলের খোলা মুখ গ্লিসারলের ওপরে থাকে [চিত্র ১২.১৭]। তারপর সতর্কতার সঙ্গে ধীরে ধীরে ও সমভাবে বুনসেন দীপ দ্বারা তাপ দিলে কোন এক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলটির মধ্যে কৈশিক নলের ভেতর থেকে বৃদবৃদ বের হতে থাকে। তখন তাপ প্রয়োগ বন্ধ করে শেষ বৃদবৃদ বের হওয়ার সময় তাপমাত্রা রেকর্ড করা হয়। আবার তাপ দিলে বৃদবৃদ বের হয় এবং পূর্বের মত শেষ বৃদবৃদ আগমনের তাপমাত্রা রেকর্ড করে উভয়ের গড় তাপমাত্রা নেয়া হয়। উল্লেখিত তাপমাত্রাই উক্ত তরলের স্ফুটনাঙ্ক।



চিত্র ১২.১৭ : স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়।
(সিবোলোওফ পদ্ধতি)

* [দ্রষ্টব্য : গ্লিসারলের পরিবর্তে গাঢ় ও বিশুদ্ধ H₂SO₄ (b.p. 338°C) ব্যবহার করা যায়।]

১২.১৩ জৈব যৌগের আঙ্গিক বিশ্লেষণ

Qualitative Analysis of Organic Compounds

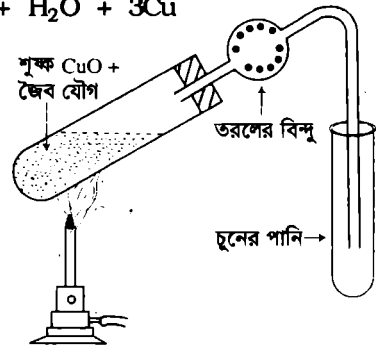
আঙ্গিক বিশ্লেষণ : কোন জৈব যৌগের বিশুদ্ধিকরণের পর এর অণুস্থিত বিভিন্ন মৌল (elements) গুলোর শনাক্তকরণের রাসায়নিক প্রক্রিয়াকে জৈব যৌগের আঙ্গিক বিশ্লেষণ বলে। জৈব যৌগে প্রধানত দুই থেকে ছয়টি মৌল যেমন, C, H, O, N, S, হ্যালাজেন (F, Cl, Br, I) ইত্যাদি থাকে। কোন কোন যৌগে ফসফরাস (P) ও বিভিন্ন ধাতু থাকতে পারে। প্রত্যেক জৈব যৌগে কার্বন থাকবেই; অধিকাংশ জৈব যৌগে H থাকে। তবে H ছাড়া জৈব যৌগ হল কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl₄)। এদের মধ্যে অক্সিজেন মৌলের শনাক্তকরণের কোন সম্ভাব্যজনক পদ্ধতি নেই। কিন্তু অন্য সব মৌলের শনাক্তকরণের নিম্নোক্ত উন্নত পদ্ধতি রয়েছে :

(ক) জৈব যৌগে C ও H শনাক্তকরণ : জারণ পদ্ধতি

মূলনীতি : বিশুদ্ধ জৈব যৌগ ও এর তিন গুণ অনার্দ্র কিউপ্রিক অক্সাইড (CuO) মিশিয়ে শক্ত কাচনলে উত্তপ্ত করলে CuO দ্বারা জৈব যৌগস্থ C, H জারিত হয়ে যথাক্রমে CO₂ ও জলীয়বাষ্প (H₂O) উৎপন্ন করে।



উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণকে বালবযুক্ত বাঁকা নির্গম নলের মধ্য দিয়ে চালনা করলে শীতল বালবে বিন্দু বিন্দু তরল পদার্থ জমা হয়। উক্ত তরল সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটকে নীলবর্ণ করে। সুতরাং উক্ত তরলটি নিশ্চয়ই পানি হবে যা জৈব যৌগস্থ H ও CuO এর বিক্রিয়ায় জলীয় বাষ্পরূপে উৎপন্ন হয়েছে। আবার উক্ত গ্যাস মিশ্রণকে চুনের পানিতে চালনা করলে তা সাদা ঘোলাটে হয়। ফলে গ্যাসে CO₂ এর উপস্থিতি নিশ্চিত করে। এই CO₂ জৈব যৌগস্থ C ও CuO এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়েছে।



চিত্র ১২.১৮ : C ও H মৌল শনাক্তকরণ।

(১) নির্গত গ্যাসের জলীয় বাষ্পসহ বিক্রিয়া : $5\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CuSO}_4(\text{s}) \longrightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ (নীলবর্ণযুক্ত)

(২) নির্গত গ্যাস ও চুনের পানির বিক্রিয়া : $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(খ) জৈব যৌগে N, S, X (Cl, Br, I) শনাক্তকরণ : লেসাইন (Lassaigne) পদ্ধতি

মূলনীতি : বিশুদ্ধ জৈব যৌগকে সক্রিয় সোডিয়ামসহ বিগলিত করলে জৈব যৌগস্থ N, S, X সোডিয়ামের সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে দ্রবণীয়— (১) সোডিয়াম সায়ানাইড (NaCN), (২) সোডিয়াম সালফাইড (Na₂S) ও (৩) সোডিয়াম হ্যালাইড (NaX) উৎপন্ন করে। N ও S একত্রে থাকলে (৪) সোডিয়াম থায়োসায়ানেট (NaCNS, অর্থাৎ সালফোসায়ানাইড) উৎপন্ন হয়।

(১) জৈব যৌগস্থ $(\text{C} + \text{N}) + \text{Na} \longrightarrow \text{NaCN}$

(২) জৈব যৌগস্থ $\text{S} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}$

(৩) জৈব যৌগস্থ $\text{X} + \text{Na} \longrightarrow \text{NaX}$ এখানে, X = Cl, Br, I বোঝায়।

(৪) জৈব যৌগস্থ $(\text{C} + \text{N} + \text{S}) + \text{Na} \longrightarrow \text{NaCNS}$

লেসাইন পরীক্ষায় Na ধাতু ব্যবহারে সুবিধা হল— (১) Na ধাতু খুব সক্রিয়। তাই জৈব যৌগে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ N, S, X ইত্যাদি Na ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে আয়নিক যৌগ গঠন করতে পারে। (২) উৎপন্ন

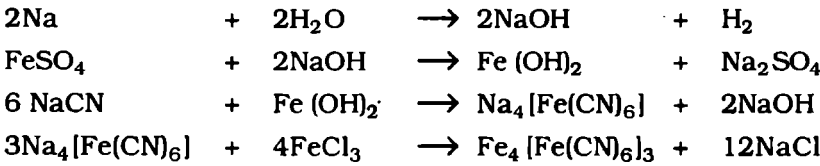
আয়নিক সোডিয়াম লবণ পানিতে দ্রবণীয়। জৈব যৌগস্থ N, S, X মৌল ঐ সব লবণে ঋণাত্মক আয়নরূপে থাকে।

(৩) তাই মূল দ্রবণে ঋণাত্মক আয়ন যেমন, সায়ানাইড আয়ন (CN⁻), সালফাইড আয়ন (S²⁻), হ্যালাইড আয়ন (Cl⁻, Br⁻, I⁻) ও থায়োসায়ানেট আয়ন (CNS⁻) ইত্যাদি শনাক্তকরণ সম্ভব। (৩) এক্ষেত্রে Li তুলনামূলক কম সক্রিয় এবং K অত্যন্ত অধিক সক্রিয়। তাই এক্ষেত্রে Li ও K ব্যবহার অযোগ্য।

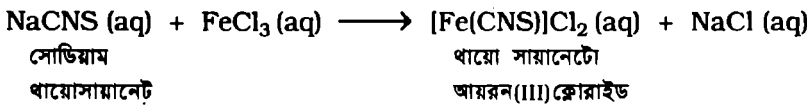
মূল দ্রবণ প্রস্তুতি : গলন নলে অল্প সোডিয়াম ও জৈব যৌগকে গলানোর পর মর্টারের পানিতে ডুবানো হয়। তন্ত গলন নল ভেঙে এর মধ্যস্থ উৎপন্ন যৌগ পানিতে পড়ে। উৎপন্ন যৌগকে পানিতে দ্রবীভূত ও ফিল্টার করে নিলে মূল দ্রবণ (মজুদ দ্রবণ) পাওয়া যায়। এ মূল দ্রবণ N, S, X শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

১। মূল দ্রবণে N শনাক্তকরণ : 2 – 3 mL মূল দ্রবণে 2 – 3 mL সদ্য প্রস্তুত FeSO₄ দ্রবণ মিশিয়ে শেষে ফুটানো হয়। পরে 2 – 3 ফোঁটা গাঢ় HCl দিয়ে অম্লীয় করে 2-1 ফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ মিশানো হয়। ফলে গাঢ় নীল দ্রবণ বা সবুজ নীলাভ অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হলে জৈব যৌগে N এর উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

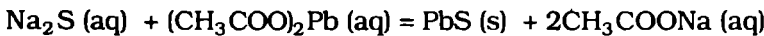
সোডিয়াম (Na) গলনের সময় অধিক Na ও পানির বিক্রিয়ায় উৎপন্ন NaOH দ্রবণ, FeSO₄ এবং দ্রবণস্থ NaCN-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় সোডিয়াম ফেরো সায়ানাইড Na₄[Fe(CN)₆] উৎপন্ন করে। পরে তা অম্লীয় মাধ্যমে FeCl₃ এর সঙ্গে গাঢ় নীল (প্রুসিয়ান ব্লু) বর্ণের ফেরিক ফেরো সায়ানাইড দ্রবণ উৎপন্ন করে।



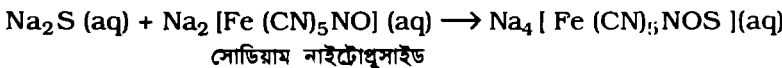
২। মূল দ্রবণে N ও S এর একত্রে উপস্থিতি শনাক্তকরণ : 2 – 3 mL মূল দ্রবণকে লঘু HCl দ্বারা অম্লীয় করে 2 – 1 ফোঁটা FeCl₃ দ্রবণ যোগ করলে (তথা N শনাক্তকরণে FeCl₃ যোগ করলে) যদি থায়োসায়ানেটো আয়রন (III) ক্লোরাইডের রক্ত লাল দ্রবণ সৃষ্টি করে, তবে জৈব যৌগে N ও S একত্রে উপস্থিত থাকে।



৩। মূল দ্রবণে S এর শনাক্তকরণ : 2-3 mL মূল দ্রবণকে অ্যাসিটিক এসিড দ্বারা অম্লীয় করে 2-3 ফোঁটা লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ মিশানো হয়। লেড সালফাইডের কালো অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হলে S এর উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

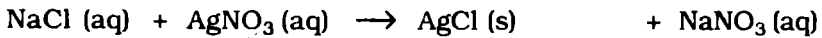


অথবা মূল দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রো প্রুসাইড দ্রবণ মিশালে যদি গাঢ় বেগুনি বর্ণ উৎপন্ন হয় তবে সালফারের উপস্থিতি নিশ্চিত করে।



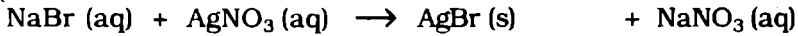
৪। মূল দ্রবণে হ্যালোজেন (Cl, Br, I) শনাক্তকরণ : 2-3 mL মূল দ্রবণে 2 – 3 ফোঁটা লঘু HNO₃ মিশিয়ে ফুটানো হয়। যদি NaCN, Na₂S দ্রবণে থাকে, তবে HCN ও H₂S গ্যাসরূপে তা দূর হয়। এরপর উক্ত দ্রবণে 2 – 3 ফোঁটা AgNO₃ দ্রবণ যোগ করা হয়।

(ক) যদি সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে এবং সে অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH দ্রবণে সহজেই দ্রবণীয় হয়, তবে মজুদ দ্রবণে NaCl তথা জৈব যৌগে Cl উপস্থিত থাকে।



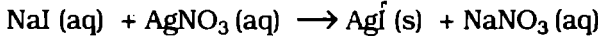
ডাইঅ্যামিন Ag(I) ক্লোরাইড

(খ) যদি ঈষৎ হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে যা লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয়, কিন্তু লঘু NH_4OH দ্রবণে আংশিক দ্রবণীয় হয়; তবে মূল দ্রবণে NaBr তথা জৈব যৌগে Br উপস্থিতি প্রমাণ করে।



ডাইঅ্যামিন Ag(I) ব্রোমাইড

(c) যদি হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে, যা লঘু HNO_3 ও NH_4OH উভয় দ্রবণে অদ্রবণীয় থাকে, তবে মূল দ্রবণে তথ্য জৈব যৌগে আয়োডিনের উপস্থিতি প্রমাণিত হয়।



বিঃ দ্রঃ (১) হ্যালাজেন শনাক্তকরণে CN^- , S^{2-} মূলক পূর্ব হতে লঘু HNO_3 সহ উত্তপ্ত করে দূর করা উচিত। নতুবা Ag_2S এর অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়ে হ্যালাজেন পরীক্ষায় বিভ্রান্তি ঘটায়। (২) হাইড্রাজিন ও ডায়াজো যৌগের বেলায় লেসাইন পরীক্ষা কার্যকরী নয়; কারণ এক্ষেত্রে উত্তাপে NaCN গঠনের পূর্বে ঐ যৌগটি বিয়োজিত হয়ে N_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়।

১২.১৪ জৈব যৌগে মৌলসমূহের মাত্রিক বিশ্লেষণ

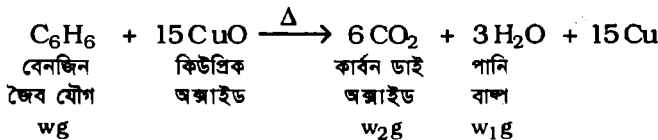
Quantitative Analysis of Elements in Organic Compounds

কোন বিশুদ্ধ জৈব যৌগে উপস্থিত বিভিন্ন মৌলের শনাক্তকরণ নিশ্চিত করার পর সে সব মৌলের পরিমাণ নির্ধারণ ও শতকরা হারে প্রকাশ করাকে মাত্রিক বিশ্লেষণ বা পরিমাণ জ্ঞাপক বিশ্লেষণ বলে। নিচে C, H, N, X, S, O এর মাত্রিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি আলোচনা করা হল :

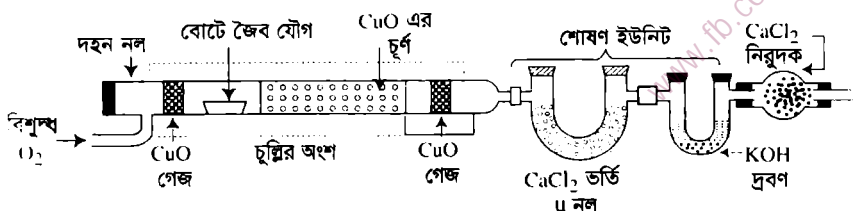
১২.১৫ জৈব যৌগে C ও H এর পরিমাণ নির্ণয়

Estimation of Carbon and Hydrogen

মূলনীতি : নির্দিষ্ট পরিমাণ বিশুদ্ধ শুষ্ক জৈব যৌগকে কিউপ্রিক অক্সাইড দ্বারা উচ্চ তাপমাত্রায় সম্পূর্ণরূপে জারিত করে CO_2 ও জলীয় বাষ্প (H_2O) এ পরিণত করা হয়। পরে উপযুক্ত শোষক পদার্থ দ্বারা সে CO_2 ও H_2O কে শোষণ করে এদের ওজন নেওয়া হয়। সে ওজন থেকে % C ও % H নির্ণয় করা হয়। যেমন, বেনজিনকে কিউপ্রিক অক্সাইড দ্বারা জারিত করলে CO_2 ও পানিবাষ্প (H_2O) উৎপন্ন হয় :



পদ্ধতির বর্ণনা : কার্বন ও হাইড্রোজেন মৌলদ্বয়ের পরিমাণ নির্ণয়ের প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ১২.১৯ নং চিত্রে দেখানো হল : যন্ত্রটি দহন নল ও শোষণ ইউনিট এ দুই অংশে বিভক্ত।



চিত্র-১২.১৯ : C ও H মৌলদ্বয়ের পরিমাণ নির্ণয়ের যন্ত্রসজ্জা

(১) 'দহন নল' অংশটিকে উত্তপ্ত করে এর মধ্যে O_2 গ্যাস চালনা করা হয়। ফলে জলীয় বাষ্প ও CO_2 গ্যাস মুক্ত হয়। (২) তখন দহন নলটির সাথে শোষণ ইউনিট যুক্ত করা হয় এবং নলের অপর প্রান্তে বোটের মধ্যে ওজনকৃত (wg) জৈব যৌগ রেখে মুখ বন্ধ করা হয়। (৩) এখন দহন নলকে প্রায় $600^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে জৈব যৌগের দহন সম্পন্ন করা হয়। (৪) শেষে পুনরায় O_2 প্রবাহিত করলে সমস্ত CO_2 ও জলীয় বাষ্প শোষণ ইউনিটে শোষিত হয়। (৫) $CaCl_2$ ও KOH এর U-নল দুটি পৃথক করে এদের ওজন বৃদ্ধির পরিমাণ থেকে যথাক্রমে উৎপন্ন H_2O এবং CO_2 এর ভর যথাক্রমে $w_1 g$ এবং $w_2 g$ পাওয়া গেল।

শতকরা হার গণনা : ধরা যাক, গৃহীত জৈব যৌগের ওজন = wg । শোষিত পানির ওজন = $w_1 g$ । শোষিত CO_2 এর ওজন = $w_2 g$ । আমরা জানি,

18 g পানিতে (H_2O এ) হাইড্রোজেন থাকে 2 g

$$\text{উৎপন্ন } w_1 g \text{ " " " " " } = \frac{2 \times w_1}{18} g$$

$$\text{অর্থাৎ গৃহীত } w g \text{ জৈব যৌগে } \frac{2 \times w_1}{18} g H \text{ রয়েছে।}$$

$$\text{বা, 1 g জৈব যৌগে } = \frac{2 \times w_1}{18 \times w} g H \text{ রয়েছে।}$$

$$\text{সুতরাং 100 g জৈব যৌগে } = \frac{2 \times w_1 \times 100}{18 \times w} g H \text{ থাকবে।}$$

$$\text{সুতরাং জৈব যৌগে } \%H = \frac{2 \times w_1 \times 100}{18 \times w} = \frac{2 \times \text{উৎপন্ন পানির ভর} \times 100}{18 \times \text{ব্যবহৃত জৈব যৌগের ভর}}$$

অনুরূপভাবে 44g CO_2 এর মধ্যে কার্বন থাকে = 12 g

$$\text{উৎপন্ন } w_2 g \text{ } CO_2 \text{ গ্রাম " " কার্বন আছে } = \frac{12 \times w_2}{44} g$$

$$\text{অর্থাৎ গৃহীত } w g \text{ জৈব যৌগে কার্বন আছে } = \frac{12 \times w_2}{44} g$$

$$\text{বা, 1 g জৈব যৌগে কার্বন আছে } = \frac{12 \times w_2}{44 \times w} g$$

$$\text{সুতরাং 100 g জৈব যৌগে কার্বন আছে } = \frac{12 \times w_2 \times 100}{44 \times w} g$$

$$\text{সুতরাং জৈব যৌগে } \%C = \frac{12 \times w_2 \times 100}{44 \times w} = \frac{12 \times \text{উৎপন্ন } CO_2 \text{ এর ভর} \times 100}{44 \times \text{ব্যবহৃত জৈব যৌগের ভর}}$$

উদাহরণ ১। 0.2346 g জৈব যৌগকে দহনের পর উৎপন্ন CO_2 এবং পানি বাষ্পের ওজন যথাক্রমে 0.4488 ও 0.2754 g হয়। যৌগটিতে C, H, O মৌল থাকলে এদের শতকরা হার নির্ণয় কর।

সমাধান :

$$\text{গৃহীত জৈব যৌগের ভর} = 0.2346 g \quad \text{অতএব জৈব যৌগে } \%C = \frac{12 \times CO_2 \text{ এর ভর} \times 100}{44 \times \text{জৈব যৌগের ভর}}$$

$$\text{উৎপন্ন } CO_2 \text{ এর পরিমাণ} = 0.4488 g \quad = \frac{12 \times 0.4488 \times 100}{44 \times 0.2346} = 52.17$$

$$\text{গৃহীত জৈব যৌগের ভর} = 0.2346 g \quad \text{অতএব জৈব যৌগে } \%H = \frac{2 \times H_2O \text{ এর ভর} \times 100}{18 \times \text{জৈব যৌগের ভর}}$$

$$\text{উৎপন্ন } H_2O \text{ এর পরিমাণ} = 0.2754 g \quad = \frac{2 \times 0.2754 \times 100}{18 \times 0.2346} = 13.04$$

জৈব যৌগটিতে C, H এর শতকরা পরিমাণের সমষ্টি হল = (52.17 + 13.04) = 65.21.

সুতরাং এ জৈব যৌগে অবশিষ্ট উপাদান অক্সিজেন (O) এর পরিমাণ = (100 - 65.21) = 34.79%

উত্তর : C = 52.17 %, H = 13.04 % এবং O = 34.79%

১২.১৬ জৈব যৌগে N এর পরিমাণ নির্ণয়

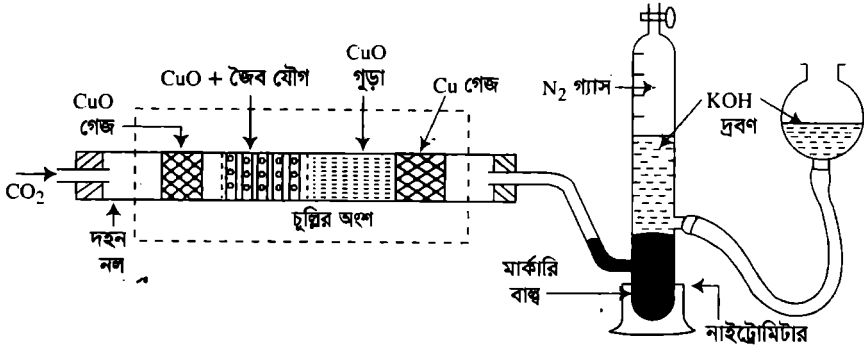
Estimation of Nitrogen in Organic Compound

জৈব যৌগে নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয়ের প্রধান দুটি পদ্ধতি হল :

(১) ডুমার পদ্ধতি (Duma's Method) ও (২) জেলডাল পদ্ধতি (Kjeldahl Method) ।

১। ডুমার পদ্ধতির মূলনীতি : নাইট্রোজেনযুক্ত জৈব যৌগকে CO₂ পরিবেশে CuO দ্বারা উচ্চ তাপমাত্রায় জারিত করলে CO₂, H₂O, N₂ ও নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণকে উত্তম Cu জালির ওপর চালনা করলে N₂ এর অক্সাইডসমূহ বিজারিত হয়ে N₂ গ্যাসে পরিণত হয়। কস্টিক পটাশ দ্রবণে গ্যাস মিশ্রণকে চালনা করে CO₂ কে KOH দ্বারা শোষণ করা হয়। অবশিষ্ট N₂ গ্যাস (জলীয়বাষ্প সম্পৃক্ত) এর আয়তন পরিমাপ করে জৈব যৌগে এর শতকরা হার নির্ণয় করা যায়।

ডুমার পদ্ধতিতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি সজ্জা নিম্নরূপ :



চিত্র-১২.২০ : ডুমার পদ্ধতিতে N-এর পরিমাণ নির্ণয়

যন্ত্র সজ্জাটিতে তিনটি অংশ রয়েছে। যেমন : (১) CO₂ গ্যাস প্রস্তুতি ও প্রবাহ; প্রবাহিত CO₂ গ্যাস দহন নলের মধ্যস্থ বায়ুর নাইট্রোজেনকে বের করে দেয়। পরে জৈব যৌগের দহন শুরু করা হয়। (২) দহন নল অংশ ও (৩) নাইট্রোমিটার; এতে উৎপন্ন N₂ গ্যাস সংগৃহীত হয় এবং বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ও ব্যবহৃত CO₂ শোষণের জন্য KOH দ্রবণ থাকে। :

জৈব যৌগে N-এর পরিমাণ গণনা :

ধরা যাক, গৃহীত জৈব যৌগ = w g। সংগৃহীত N₂ = V cm³। পরীক্ষাগারে তাপমাত্রা t° C ।

বায়ু চাপ = P m.m (Hg) এবং t° C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ = f m.m (Hg)।

সুতরাং শুষ্ক N₂ এর চাপ = $(P - f)$ mm (Hg)

যদি S.T.P বা প্রমাণ অবস্থায় উক্ত N₂ গ্যাসের আয়তন = V_0 cm³ হয়, তাহলে

$$\frac{V_0 \times 760}{273} = \frac{V \times (P - f)}{(273 + t)} \quad \text{বা, } V_0 = \frac{V \times (P - f) \times 273}{760 \times (273 + t)}$$

এখন S.T.P তে বা প্রমাণ অবস্থায় 22.400 cm³ N₂ এর ভর 28 g

$$\text{প্রমাণ অবস্থায় } V_0 \text{ cm}^3 \text{ N}_2 \text{ এর ভর} = \frac{28 \times V_0}{22,400} \text{ g}$$

$$\text{অর্থাৎ } w \text{ g জৈব যৌগে N}_2 \text{ আছে} = \frac{28 \times V_0}{22,400} \text{ g}$$

$$\text{সুতরাং 100 g জৈব যৌগে N}_2 \text{ আছে} = \frac{28 \times V_0 \times 100}{22,400 \times w} \text{ g}$$

$$\text{সুতরাং জৈব যৌগে \% N} = \frac{28 \times V_0 \times 100}{22,400 \times w} = \frac{28 \times \text{S.T.P তে N}_2 \text{ এর আয়তন} \times 100}{22,400 \times \text{গৃহীত জৈব যৌগের ভর}}$$

উদাহরণ ২। ০.১৮৭৭ g জৈব যৌগ থেকে ডুমার পদ্ধতিতে জলীয় বাষ্প মিশ্রিত ৩১.৭ mL N₂ গ্যাস পাওয়া গেল। ঐ সময় পরীক্ষাগারের তাপমাত্রা ও চাপমাত্রা ছিল যথাক্রমে ১৪° C এবং ৭৫৮ m.m (Hg)। ঐ যৌগে নাইট্রোজেনের শতকরা হার বের কর। [১৪° C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ = ১২ m.m (Hg)]

সমাধান :

গৃহীত জৈব যৌগের ভর = ০.১৮৭৭ g

সংগৃহীত N₂ এর আয়তন = ৩১.৭ mL

বায়ুমন্ডল চাপ = ৭৫৮ m.m (Hg)

কক্ষতাপমাত্রা = ১৪° C

জলীয় বাষ্পের চাপ = ১২ mm (Hg)

যেহেতু S.T. P তে বা প্রমাণ অবস্থায় ২২, ৪০০ mL N₂ এর ভর = ২৮ g

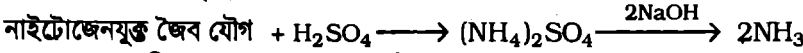
অতএব ২৯.৬ mL N₂ এর ভর = $\frac{28 \times 29.6}{22,400}$ g = ০.০৩৭ g

অর্থাৎ গৃহীত ০.১৮৭৭ g জৈব যৌগে নাইট্রোজেন আছে = ০.০৩৭ g

সুতরাং ১০০ g ঐ জৈব যৌগে নাইট্রোজেন আছে = $\frac{0.037 \times 100}{0.1877}$ g = ১৯.৭২ g

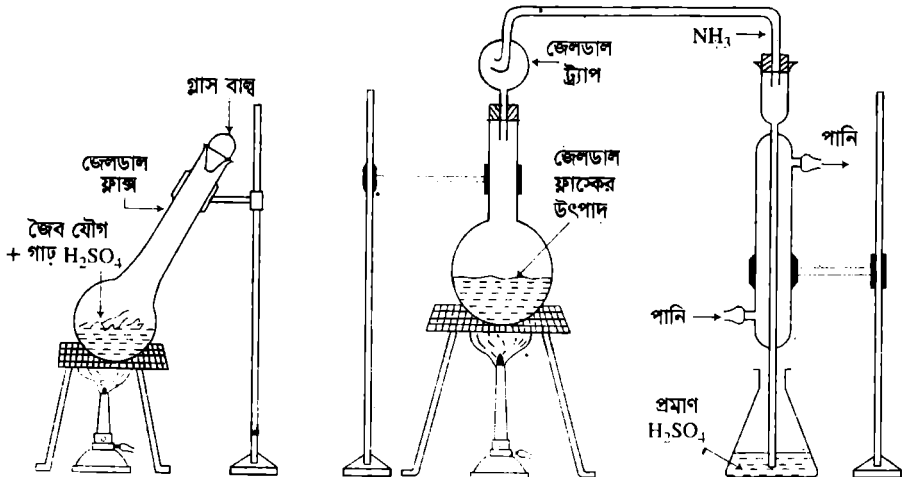
উত্তর : N = ১৯.৭২%

২। জেলডাল পদ্ধতি : মূলনীতি : নাইট্রোজেনযুক্ত জৈব যৌগকে গাঢ় H₂SO₄ সহ উত্তপ্ত করলে জৈব যৌগের নাইট্রোজেন পরিমাণগতভাবে অ্যামোনিয়াম সালফেটে পরিণত হয়। উক্ত দ্রবণকে অতিরিক্ত ক্ষারসহ উত্তপ্ত করলে অ্যামোনিয়া গ্যাস পরিমাণগতভাবে মুক্ত হয়। মুক্ত NH₃ কে প্রমাণ H₂SO₄ দ্রবণ দ্বারা শোষণ করে NH₃ এর পরিমাণ তথা N₂ এর শতকরা হার নির্ণয় করা হয়। মূলত প্রোটিন (খাদ্য), সার ও গুঁড় ইত্যাদিতে N এর পরিমাণ নির্ণয় এ পদ্ধতিতে করা হয়।



জেলডাল পদ্ধতিতে ব্যবহৃত যন্ত্রসজ্জা নিম্নরূপ :

(১) লম্বা গলাযুক্ত গোলতলী ফ্লাস্ক যাকে জেলডাল ফ্লাস্ক বলে; এতে গাঢ় H₂SO₄ ও জৈব যৌগের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়। (২) গোলতলী ফ্লাস্ক, জেলডাল ট্র্যাপ ও শীতক সংযোজন; জেলডাল ফ্লাস্কের উৎপাদ ও অতিরিক্ত NaOH ক্ষার মিশ্রণ এ গোলতলী ফ্লাস্কে পাতন করা হয়। (৩) নির্গত NH₃ গ্যাসকে শোষণ ও টাইট্রেশন করার ফ্লাস্ক; এতে নির্দিষ্ট পরিমাণ প্রমাণ H₂SO₄ দ্রবণ থাকে।



চিত্র-১২.২১ : জেলডাল পদ্ধতিতে N এর পরিমাণ নির্ণয়

গণনা (Calculation) : মনে করি, wg জৈব যৌগ থেকে নির্গত NH_3 দ্বারা প্রশমিত প্রমাণ $0.05(M)$ H_2SO_4 এর আয়তন হল $V.mL$ । নিম্নের সম্বন্ধ মতে ঐ জৈব যৌগ থেকে উৎপন্ন NH_3 ও N_2 এর পরিমাণ বের করা হয়। সমীকরণ মতে $H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$



সুতরাং $49 g H_2SO_4 \equiv 17 g NH_3 \equiv 14 g N_2$ গ্যাস।

$\therefore VmL 0.05M H_2SO_4 \equiv VmL 1M NH_3$ দ্রবণ।

$\therefore V mL 0.05M H_2SO_4 \equiv V mL 0.1 M NH_3$ দ্রবণ।

অর্থাৎ $1000 mL 0.05M H_2SO_4 \equiv 1000 mL 0.1M NH_3 \equiv 1.4g N_2$ গ্যাস।

$\therefore 1 mL 0.05M H_2SO_4 \equiv 0.0014 g N_2$ গ্যাস।

$V mL 0.05M H_2SO_4 \equiv 0.0014 \times V g N_2$ গ্যাস।

অর্থাৎ গৃহীত wg জৈব যৌগে $0.0014 \times V g N_2$ আছে।

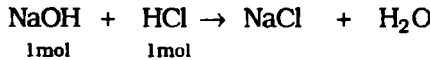
সুতরাং $100 g$ জৈব যৌগে $\frac{0.0014 \times V \times 100}{w}$ $g N$ আছে।

$$= \frac{1.4 \times V \times 100}{w \times 1000} g N \text{ আছে।}$$

\therefore জৈব যৌগে $\%N = \frac{1.4 \times V \times 100}{w \times 1000}$, [এক্ষেত্রে $V mL 0.05M H_2SO_4$ ব্যবহৃত]

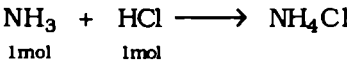
উদাহরণ ৩। $0.257 g$ জৈব যৌগকে জেলডাল পদ্ধতিতে গাঢ় H_2SO_4 সহ উত্তপ্ত করে পরে অতিরিক্ত কারের সঙ্গে বিক্রিয়ায় নির্গত অ্যামোনিয়া $50 mL 0.1M HCl$ এ শোষণ করা হয়। প্রক্রিয়া শেষে $23.2 mL 0.1M NaOH$ দ্বারা অবশিষ্ট HCl এসিডকে প্রশমিত করা হয়। উক্ত যৌগে N -এর পরিমাণ হিসাব কর।

সমাধান : $NaOH$ ও HCl এর প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ হল :



সমীকরণ মতে, $23.2 mL 0.1M NaOH = 23.2 mL 0.1M HCl$

সুতরাং অ্যামোনিয়া কর্তৃক প্রশমিত $0.1M HCl$ এসিডের পরিমাণ হল $= (50 - 23.2) = 26.8 mL$ । আবার HCl ও NH_3 এর প্রশমন বিক্রিয়া হল :



আবার $1 mL 0.1M HCl \equiv 0.0017g NH_3 \equiv 0.0014 g N_2$ গ্যাস।

সুতরাং $26.8 mL 0.1M HCl \equiv 0.0014 \times 26.8 g N_2$ গ্যাস।

সুতরাং জৈব যৌগে $\% N = \frac{0.0014 \times 26.8 \times 100}{\text{গৃহীত জৈব যৌগ}} = \frac{0.0014 \times 26.8 \times 100}{0.257} = 14.6$

উত্তর : $\% N = 14.6$

১২.১৭ জৈব যৌগে হ্যালোজেনের পরিমাণ নির্ণয়

Estimation of Halogens in Organic Compounds

১। ক্যারিয়াস পদ্ধতি (Carius method) মূলনীতি : হ্যালোজেন যুক্ত জৈব যৌগকে ধূমায়মান HNO_3 ও সিলভার নাইট্রেটসহ উত্তপ্ত করা হয়। ফলে পরিমাণগতভাবে সমস্ত হ্যালোজেন সিলভার হ্যালাইডে পরিণত হয়। উৎপন্ন সিলভার হ্যালাইডকে দৌত ও শুষ্ক করে ওজন নেওয়ার পর শতকরা হার বের করা হয়।

হ্যালোজেনযুক্ত জৈব যৌগ + HNO_3 + AgNO_3 = AgX + অন্যান্য পদার্থ

হ্যালোজেনের শতকরা পরিমাণ নির্ণয়

মনে করি, গৃহীত জৈব যৌগ = w g ; উৎপন্ন সিলভার হ্যালাইড (AgX) = w_1 g

সূত্রাং হ্যালোজেনের শতকরা হার = $\frac{\text{হ্যালোজেনের পাঃ ভর} \times 100 \times w_1 (\text{উৎপন্ন AgX এর ভর})}{\text{AgX এর আঃ ভর} \times w (\text{গৃহীত জৈব যৌগের ভর})}$

উদাহরণ ৪। 0.186 g জৈব যৌগ হতে ক্যারিয়াস পদ্ধতিতে 0.475 g সিলভার ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

ঐ যৌগে ক্লোরিনের শতকরা নির্ণয় কর। [$\text{Ag} = 108, \text{Cl} = 35.5$]

সমাধান : জৈব যৌগের ভর = 0.186 g। উৎপন্ন AgCl এর ভর = 0.475 g

AgCl এর আণবিক ভর = $(108 + 35.5) = 143.5$ ।

সূত্রাং 143.5 g AgCl এ ক্লোরিন আছে = 35.5 g

সূত্রাং 0.475 g AgCl এ ক্লোরিন আছে = $\frac{35.5 \times 0.475}{143.5}$ g

অর্থাৎ 0.186 g জৈব যৌগে Cl আছে = $\frac{35.5 \times 0.475}{143.5}$ g

সূত্রাং 100 g জৈব যৌগে Cl আছে = $\frac{35.5 \times 0.475 \times 100}{143.5 \times 0.186}$ g = 63.1 g

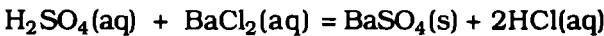
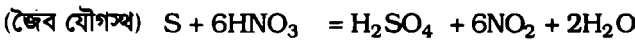
উত্তর : % Cl = 63.1 g

১২.১৮ জৈব যৌগে সালফার-এর পরিমাণ নির্ণয়

Estimation of Sulphur in Organic Compound

১। পরিবর্তিত ক্যারিয়াস পদ্ধতি (Modified Carius Method)

মূলনীতি : সালফার গঠিত জৈব যৌগকে ধূমায়মান HNO_3 সহ উত্তপ্ত করে জৈব যৌগের সালফারকে পরিমাণগতভাবে H_2SO_4 এ পরিণত করা হয়। এরপর উৎপন্ন মিশ্রণে বেরিয়াম ক্লোরাইড (BaCl_2) দ্রবণ যোগ করে উৎপন্ন H_2SO_4 কে বেরিয়াম সালফেটরূপে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। এখন BaSO_4 কে পৃথক করে দৌত ও শুষ্ক করা হয় এবং শেষে এর ওজন নেওয়ার পর সালফারের শতকরা হার নির্ণয় করা হয়।



সালফারের শতকরা পরিমাণ নির্ণয়

মনে করি, গৃহীত জৈব যৌগের ভর = w g ; উৎপন্ন BaSO_4 এর ভর = w_1 g

সূত্রাং সালফারের শতকরা হার = $\frac{\text{সালফারের পাঃ ভর} (32) \times 100 \times \text{উৎপন্ন BaSO}_4(w_1)}{\text{BaSO}_4 \text{ এর আঃ ভর} (233) \times \text{গৃহীত জৈব যৌগ} (w)}$

উদাহরণ ৫। 0.2175 g জৈব যৌগ থেকে ক্যারিয়াস পদ্ধতিতে 0.5825 g বেরিয়াম সালফেট পাওয়া

যায়। ঐ জৈব যৌগে সালফারের শতকরা হার নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, BaSO₄ এর আণবিক ভর = (137 + 32 + 16 × 4) = 233

সুতরাং 233 g BaSO₄ এর মধ্যে সালফার আছে = 32 g

অতএব 0.5825 g " " " " " " = $\frac{32 \times 0.5825}{233}$ g

অর্থাৎ 0.2175 g জৈব যৌগে সালফার আছে = $\frac{32 \times 0.5825}{233}$ g

সুতরাং 100 g জৈব যৌগে সালফার আছে = $\frac{32 \times 0.5825 \times 100}{233 \times 0.2175} = 36.77$ g

উত্তর : % S = 36.77 g

১২.১৯ জৈব যৌগে অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয়

Estimation of Oxygen in Organic Compound

মূলনীতি : নাইট্রোজেন গ্যাসের মধ্যে জৈব যৌগকে উচ্চ তাপমাত্রায় সম্পূর্ণ বিয়োজিত করা হয়। উৎপন্ন মৌলিক অক্সিজেন ও অন্যান্য গ্যাসীয় পদার্থকে 1100° C তাপমাত্রায় উত্তম্ত বিশুদ্ধ কার্বন গুঁড়ার ওপর দিয়ে চালনা করে CO গ্যাসে পরিণত করা হয়। পরে 175° C তাপমাত্রায় উত্তম্ত আয়োডিন পেন্টঅক্সাইড (I₂O₅) এর ওপর দিয়ে ঐ CO কে চালনা করে CO₂ গ্যাসে জারিত করা হয়। শেষে উৎপন্ন CO₂ অথবা আয়োডিন I₂O₅ বিজারিত হয়ে উৎপন্ন আয়োডিনের পরিমাণ নির্ধারণ করে জৈব যৌগে অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

জৈব যৌগ $\xrightarrow{\text{তাপ}}$ O₂ + গ্যাসীয় পদার্থ

2C + O₂ $\xrightarrow{\text{তাপ}}$ 2CO

5CO + I₂O₅ \longrightarrow 5CO₂ + I₂

গণনা : এখানে রাসায়নিক পরিবর্তনের ক্রম হল C \longrightarrow CO \longrightarrow CO₂

অর্থাৎ 12 g কার্বন জৈব যৌগ থেকে 16 g অক্সিজেন নিয়ে 28 g CO হয়েছে। আবার I₂O₅ থেকে 16 g অক্সিজেন নিয়ে উক্ত CO গ্যাস 44 g CO₂ উৎপন্ন করেছে। যদি w g জৈব যৌগ থেকে w₁ g CO₂ পাওয়া যায়, তাহলে

44 g উৎপন্ন CO₂ এর মধ্যে জৈব যৌগের অক্সিজেন আছে 16 g

বা, 1 g CO₂ এর মধ্যে জৈব যৌগের অক্সিজেন আছে $\frac{16}{44}$ g

∴ w₁ g CO₂ এর মধ্যে জৈব যৌগের অক্সিজেন আছে $\frac{16 \times w_1}{44}$ g

অর্থাৎ w g জৈব যৌগে অক্সিজেন আছে $\frac{16 \times w_1}{44}$ g

অতএব 100 g জৈব যৌগে অক্সিজেন আছে $\frac{16 \times w_1 \times 100}{44 \times w}$ g

অতএব অক্সিজেনের শতকরা হার = $\frac{16 \times w_1 \times 100}{44 \times w} = \frac{16 \times \text{উৎপন্ন CO}_2 \text{ এর ভর} \times 100}{44 \times \text{গৃহীত জৈব যৌগের ভর}}$

১২.২০ স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয়

Determination of Empirical and Molecular Formulae

১। স্থূল সংকেত : কোন যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণুর সংখ্যার ক্ষুদ্রতম অনুপাতের প্রতীকের মাধ্যমে প্রকাশ করাকে সে যৌগের স্থূল সংকেত বলে। যেমন, গ্লুকোজ অণুর সংকেত হল $C_6H_{12}O_6$ অর্থাৎ গ্লুকোজ অণুতে C, H, O এর পরমাণুর প্রকৃত অনুপাত হল 6:12:6। কিন্তু ক্ষুদ্রতম অনুপাত হল 1:2:1। সুতরাং গ্লুকোজের স্থূল সংকেত হল $C_1H_2O_1$ অর্থাৎ CH_2O । একই স্থূল সংকেত একাধিক যৌগের জন্য হতে পারে। যেমন, অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) ও বেনজিন (C_6H_6) উভয় যৌগের স্থূল সংকেত হল CH।

২। স্থূল সংকেত নির্ণয় : যৌগের অণুর উপাদান মৌলের শতকরা হার ও মৌলসমূহের পারমাণবিক ভরের সাহায্যে স্থূল সংকেত নির্ণয় করা যায়—(ক) প্রথমে মৌলের শতকরা পরিমাণকে পারমাণবিক ভর দিয়ে ভাগ করে আপেক্ষিক পারমাণবিক অনুপাত নির্ণয় করা হয়। (খ) প্রাপ্ত অনুপাতকে এদের মধ্যস্থ সবচেয়ে ছোট সংখ্যা দিয়ে ভাগ করে ক্ষুদ্রতম আনুপাতিক সংখ্যা বের করা হয়, (গ) শেষে সে সব অনুপাতকে এদের নিকটতম পূর্ণ সংখ্যায় পারমাণবিক অনুপাত নির্ণয় করা হয়। অতঃপর (ঘ) এই ক্ষুদ্রতম পূর্ণ সংখ্যার অনুপাত স্ব স্ব মৌলের প্রতীকের ডানপার্শ্বে লিখে যৌগের স্থূল সংকেত লেখা হয়।

৩। আণবিক সংকেত : কোন যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণুর প্রকৃত সংখ্যার প্রতীক দ্বারা প্রকাশকে সে যৌগের আণবিক সংকেত বলে। যেমন, গ্লুকোজ অণুতে 6টি C, 12টি H, 6টি O পরমাণু পরস্পর রাসায়নিক বন্ধনে আবদ্ধ রয়েছে। তাই গ্লুকোজের আণবিক সংকেত হল $C_6H_{12}O_6$ । কোন কোন যৌগের বেলায় স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত একই হতে পারে। তবে আণবিক সংকেত স্থূল সংকেতের সরল গুণিতক হয়ে থাকে। অর্থাৎ আণবিক সংকেত = (স্থূল সংকেত) $\times n$ এখানে $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ ইত্যাদি।

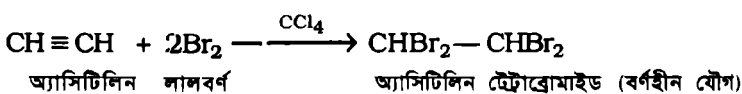
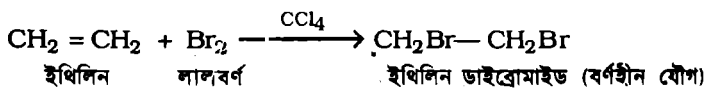
৪। আণবিক সংকেত নির্ণয় : প্রথমে মৌলের শতকরা হার ও এদের পারমাণবিক ভরের সাহায্যে স্থূল সংকেত নির্ণয় করা হয়। এরপর আণবিক ভরকে স্থূল সংকেত ভর দিয়ে ভাগ করে নিকটতম পূর্ণ সংখ্যার যে অনুপাত পাওয়া যায়, তা দিয়ে স্থূল সংকেতকে গুণ করে নিলে আণবিক সংকেত বের হয়। আবার অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের দ্বিতীয় অনুসিদ্ধান্ত মতে আণবিক ভর = 2 \times বাষ্প ঘনত্ব। যৌগের আণবিক ভর উক্ত যৌগের বাষ্প ঘনত্বের দ্বিগুণ।

জৈব যৌগে কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণ ও সদৃশ যৌগের পার্থক্যকরণ

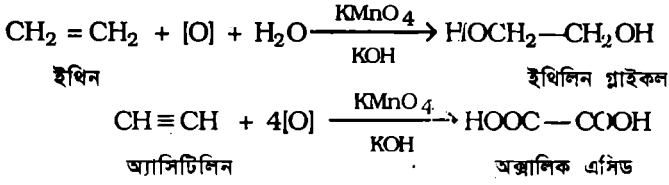
১২.২১ জৈব যৌগে অসম্পৃক্ততার অর্থাৎ $C=C$, $C\equiv C$ এর পরীক্ষাUnsaturation Test or $C=C$, $C\equiv C$ Tests in Organic Compounds

জৈব যৌগে অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা বা দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন বা পাই (π) বন্ধনের উপস্থিতি শনাক্তকরণের জন্য দুটি পরীক্ষা যেমন, (১) ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা ও (২) বেয়ার পরীক্ষা করা হয়।

ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা : অসম্পৃক্ত যৌগের সাথে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে দ্রবীভূত ব্রোমিন দ্রবণ যুত যৌগ গঠন করে। ফলে ব্রোমিন দ্রবণের লাল বর্ণ দূরীভূত হয়। যেমন,



বেয়ার পরীক্ষা : ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের গোলাপী বর্ণের দ্রবণ অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বনকে জারিত করে গ্লাইকল ও কার্বক্সিলিক এসিডে পরিণত করে। ফলে পারম্যাঙ্গানেটের গোলাপী বর্ণ দূর হয়।



২। দ্বিচ্ছন ও ত্রিচ্ছনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা : পঞ্চম অধ্যায়ে ‘হাইড্রোকার্বন’-এর অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়াসমূহ [৫.১৪(৩ক), ৫.২০(ঘ-১১) দ্রষ্টব্য।]

১.২.২২ নাইটোজেনবিহীন কার্যকরী মূলকসমূহের পরীক্ষা

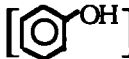
যদি জৈব যৌগে N অনুপস্থিত প্রমাণিত হয়, তবে সে যৌগে অ্যালকোহলিক মূলক (—OH), ফেনল মূলক, অ্যালডিহাইড মূলক (—CHO), কিটোন মূলক (—CO—), কার্বক্সিল মূলক (—COOH), এসবের পরীক্ষা নিম্নক্রম অনুসারে করা হয় :

(ক) অ্যালকোহলিক মূলক (—OH)-এর পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। লিটমাস পরীক্ষা : জৈব যৌগের জলীয় দ্রবণে নীল লিটমাস ও লাল লিটমাস কাগজ যোগ করা হয়।	১। যৌগটি লিটমাস নিরপেক্ষ। নীল লিটমাস ও লাল লিটমাস অপরিবর্তিত থাকে।	অ্যালকোহল বা অ্যালডিহাইড হতে পারে।
২। সোডিয়ামসহ পরীক্ষা : একটি শুষ্ক টেস্টটিউবে ৪-১০ ফোঁটা বর্ণহীন তরল জৈব যৌগ (অনার্দ্র CaCl ₂ ঘারা শুষ্ককৃত) নিয়ে এতে ছোট এক টুকরা পরিষ্কার সোডিয়াম যোগ করা হয়।	২। বৃদ্ধবৃদ্ধসহ H ₂ গ্যাস বের হয়। সে গ্যাস জ্বলন্ত দেয়াশলাই কাঠির সংস্পর্শে সশব্দে নীল শিখাসহ জ্বলে ওঠে। $2R-OH + 2Na = 2R-ONa + H_2(g)$	অ্যালকোহলিক (—OH) মূলক উপস্থিত।
৩। এস্টার পরীক্ষা : একটি টেস্টটিউবে ৪-৫ ফোঁটা তরল জৈব যৌগ নিয়ে এর মধ্যে সমপরিমাণ গ্লেসিয়েল অ্যাসিটিক এসিড ও গাঢ় H ₂ SO ₄ যোগ করে মিশ্রণটিকে গরম করা হয়।	৩। পাকা ফলের বিশেষ সুগন্ধ বের হয়। $C_2H_5OH + CH_3COOH = CH_3COOC_2H_5 + H_2O$	অ্যালকোহলিক মূলক (—OH) উপস্থিত।
৪। ১°, ২°, ৩° অ্যালকোহলের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা : লুকাস বিকারক পরীক্ষা : একটি টেস্টটিউবে ৪-১০ ফোঁটা প্রদত্ত তরল জৈব যৌগ নিয়ে লুকাস বিকারক (ZnCl ₂ ও গাঢ় HCl দ্রবণ) সমপরিমাণ যোগ করা হয় এবং উত্তমরূপে ঝাঁকানো হয়।	৪। (ক) সাথে সাথে মিশ্রণটি ঘোলাটে হয়। $(CH_3)_3C.OH + HCl(ZnCl_2) = (CH_3)_3C.Cl(s) + H_2O$ (খ) প্রায় ৫-১০ মিনিট পর মিশ্রণটি ঘোলাটে হয় বা অদ্রাব্য স্তর সৃষ্টি হয়। $(CH_3)_2CHOH + HCl(ZnCl_2) = (CH_3)_2CHCl(s) + H_2O$ (গ) কোন পরিবর্তন ঘটে না। $CH_3CH_2OH + HCl(ZnCl_2) =$	(ক) ৩° অ্যালকোহল। (খ) ২° অ্যালকোহল। (গ) ১° অ্যালকোহল। বিক্রিয়া ঘটে না।

(খ) অ্যালডিহাইড ও কিটোন মূলক (—CHO, —CO—) এর পরীক্ষা :

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
৫। ২ : ৪ ডাই-নাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন পরীক্ষা : একটি টেস্টটিউবে ২-৩ mL ২ : ৪ ডাই-নাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন দ্রবণ নিয়ে এতে ২-১ ফোঁটা জৈব যৌগ যোগ করে ঝাঁকানো হয়; অধঃক্ষেপ পড়তে দেয়ী হলে গরম করা হয়।	৫। কমলা-লাল বা হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2\text{N-NHC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{N-NHC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ $(\text{CH}_3)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{N-NHC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{N-NHC}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$	৫। অ্যালডিহাইড অথবা কিটোন উপস্থিত।
৬। টলেন বিকারক পরীক্ষা : একটি পরিষ্কার টেস্টটিউবে ২-৩ mL টলেন বিকারক নিয়ে এর মধ্যে ২-৩ ফোঁটা প্রদত্ত জৈব যৌগ যোগ করে ঐ টেস্টটিউবটিকে বিকারের পানিতে রেখে (35° - 40°C) একটু গরম করা হয়।	৬। টেস্টটিউবের গায়ে চক্চকে সিলভার দর্পণ সৃষ্টি হয়। $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} = 2\text{Ag}(s) + \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 3\text{NH}_3 \uparrow$ 'টলেন বিকারকের' পরীক্ষায় মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা বিপজ্জনক; কারণ বিস্ফোরণ ঘটে থাকে।	৬। অ্যালডিহাইড মূলক (CHO) উপস্থিত ও নিশ্চিত।
৭। ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা : একটি টেস্টটিউবে ২-৩ mL ফেলিং দ্রবণ অর্থাৎ 'ফেলিং দ্রবণ-ক' ও 'ফেলিং দ্রবণ-খ' সমপরিমাণে নিয়ে শেষে কয়েক ফোঁটা জৈব যৌগ যোগ করা হয় এবং উত্তমরূপে ঝাঁকানোর পর বিকারের ফুটন্ত পানিতে উত্তপ্ত করা হয়।	৭। টেস্টটিউবের তলায় Cu_2O এর লাল হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে। [শুধু অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড] $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O}(s) \text{ (লাল)}$ শুধু অ্যালিফেটিক অ্যালডিহাইড এই পরীক্ষা দেয়।	৭। অ্যালডিহাইড মূলক (—CHO) উপস্থিত ও নিশ্চিত।

(গ) কার্বক্সিলিক মূলক (—COOH) ও ফেনলিক মূলক  এর পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
৮। লিটমাস পরীক্ষা : প্রদত্ত কঠিন বা তরল জৈব যৌগের জলীয় দ্রবণে-প্রথমে নীল লিটমাস কাগজ ও পরে লাল লিটমাস কাগজ যোগ করা হয়। [এই দ্রবণ দিয়ে নিচের NaHCO_3 পরীক্ষা ও FeCl_3 দ্রবণ পরীক্ষা দুটি করা হয়।]	৮। নীল লিটমাস কাগজ লাল হয়। অর্থাৎ জলীয় মিশ্রণটি অম্লীয়।	কঠিন বস্তু : অজ্বালিক এসিড, বেনজয়িক এসিড, স্যালিসাইলিক এসিড, সাকসিনিক এসিড। তরল বস্তু : HCOOH , CH_3COOH , ফেনল।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
৯। NaHCO_3 দ্রবণ পরীক্ষা : একটি টেস্ট টিউবে NaHCO_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণ নিয়ে, এর মধ্যে জৈব যৌগের দ্রবণ (ওপরের পরীক্ষার দ্রবণটি) অল্প অল্প যোগ করা হয়।	৯। (ক) বুদবুদ সহকারে CO_2 গ্যাস বের হয়। (খ) বুদবুদ ওঠে না। $\text{NaHCO}_3 + \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	(ক) কার্বক্সিলিক মূলক ($-\text{COOH}$) উপস্থিত ও নিশ্চিত। (খ) ফেনল মূলক হতে পারে।
১০। FeCl_3 দ্রবণ পরীক্ষা : একটি টেস্ট টিউবে জৈব যৌগের জলীয় দ্রবণ (ওপরের ৯নং পরীক্ষার দ্রবণ) নিয়ে, এতে ২-১ ফোঁটা 'নিরপেক্ষ FeCl_3 দ্রবণ' যোগ করা হয়।	১০। (ক) লাল বর্ণের দ্রবণ বা অধঃক্ষেপ উপস্থিত। (খ) বেগুনি, নীল বা সবুজ দ্রবণ। $3\text{CH}_3\text{COOH} + \text{FeCl}_3 \longrightarrow 3\text{HCl} + (\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe (s)}$ লাল $3\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{FeCl}_3 \longrightarrow 3\text{HCl} + (\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_3\text{Fe (s)}$ সবুজ	(ক) $(-\text{COOH})$ মূলক উপস্থিত। (খ) ফেনলিক মূলক উপস্থিত।
১১। লিবারম্যান নাইট্রোসো পরীক্ষা : একটি শুষ্ক টেস্ট টিউবে ১ mL পরিমাণ গাঢ় H_2SO_4 নিয়ে, এর মধ্যে সোডিয়াম নাইট্রাইট (NaNO_2) এর একটি কেশাস যোগ করার পর শেষে ২-৩ ফোঁটা জৈব যৌগ যোগ করা হয়। পরে, (ক) ঐ মিশ্রণের কিছু অংশ বিকারের পানিতে যোগ করা হয়। (খ) শেষে বিকারের ঐ লাল দ্রবণে গাঢ় NaOH যোগ করে ক্ষারীয় করা হয়।	১১। উজ্জ্বল নীল বর্ণের দ্রবণ সৃষ্টি হয়। (ক) পানিতে লাল বর্ণ সৃষ্টি করে। (খ) ক্ষারীয় দ্রবণে সবুজ-নীল বর্ণ পুনরায় সৃষ্টি হয়।	ফেনলিক মূলক উপস্থিত ও নিশ্চিত। সম্ভবত অধ্যায়ে ফেনলের শনাক্তকরণ প্রস্তুত।

১২.২৩ নাইট্রোজেন সংবলিত কার্যকরী মূলকসমূহের পরীক্ষা

Tests for Functional Groups Containing Nitrogen

যদি জৈব যৌগে N এর উপস্থিতি নিশ্চিত করা হয় তবে সে যৌগে সম্ভাব্য বিভিন্ন অ্যামিন মূলক ও নাইট্রো মূলকের পরীক্ষা নিম্নোক্তভাবে করা হয়। যেমন,

(ক) অ্যামিন মূলকসমূহের পরীক্ষা : ($-\text{NH}_2$, $-\text{NH}-$, $=\text{N}-$ মূলক শনাক্তকরণ)

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা : একটি টেস্ট টিউবে ২-৩ mL অ্যালকোহলীয় NaOH দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে ২-৩ ফোঁটা প্রদত্ত জৈব যৌগ এবং ৪-৫ ফোঁটা ক্লোরোফর্ম যোগ করে গরম করা হয়।	১। উগ্র দুর্গন্ধযুক্ত কার্বিল অ্যামিন উৎপন্ন হয়। [এর দুর্গন্ধ বমন উদ্বেক করে।] $\text{R}-\text{NH}_2 + 2\text{NaOH} + \text{CHCl}_3 = \text{RNC} + 2\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ar}-\text{NH}_2 + 3\text{NaOH} + \text{CHCl}_3 = \text{ArNC} + 2\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$	১। 1° অ্যামিন মূলক ($-\text{NH}_2$) উপস্থিত।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
২। অ্যাজো-রঞ্জক পরীক্ষা : একটি টেস্ট টিউবে ২-৩ mL গাঢ় HCl নিয়ে এর মধ্যে ২-৪ ফোঁটা জৈব যৌগ ও ২-৩ mL পানি ও ১ mL গাঢ় NaNO ₂ দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকানো হয় এবং মিশ্রণটিকে ট্যাপের পানিতে শীতল করা হয়। ফলে পরিষ্কার দ্রবণসহ N ₂ গ্যাসের বৃদ্বৃদ বা তৈলাক্ত স্তর বা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়ে থাকে।	২। (ক) বৃদ্বৃদসহ N ₂ গ্যাস বের হয়। সে দ্রবণে NaOH দ্রবণ ও β ন্যাফথল যোগ করা লাল রঞ্জক উৎপন্ন হয়। (খ) তৈলাক্ত পদার্থ উৎপন্ন হয়। লাল রঞ্জক উৎপন্ন হয় না। (গ) বাদামি-হলদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। লাল রঞ্জক উৎপন্ন হয় না।	২। (ক) 1° অ্যারোমেটিক অ্যামিন উপস্থিত। (Ar-NH ₂) (খ) 2° অ্যামিন মূলক (-NH-) উপস্থিত। [R ₂ NH, Ar ₂ NH] (গ) 3° অ্যারোমেটিক অ্যামিন উপস্থিত।
	১। C ₆ H ₅ NH ₂ ·HCl + HNO ₂ → C ₆ H ₅ N ₂ Cl + 2H ₂ O C ₆ H ₅ N ₂ Cl + H ₂ O → C ₆ H ₅ OH + HCl + N ₂ (g) C ₆ H ₅ N ₂ Cl + C ₁₀ H ₇ OH → HCl + C ₆ H ₅ N=N·C ₁₀ H ₆ OH (লাল)	
	২। R ₂ NH·HCl + HNO ₂ → HCl + H ₂ O + R ₂ N·NO (তৈলাক্ত)	
	৩। C ₆ H ₅ N(CH ₃) ₂ + HCl + HNO ₂ → H ₂ O + NO·C ₆ H ₄ N(CH ₃) ₂ ·HCl(s)	

(খ) নাইট্রো (-NO₂) মূলকের পরীক্ষা[যখন -NH₂ মূলক অনুপস্থিত]

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
১। গাঢ় HCl ও Sn দ্বারা বিজারণ : টেস্ট টিউবে ২ mL গাঢ় HCl এবং ৩ ফোঁটা জৈব যৌগ নিয়ে জিকে গুঁড়া যোগ করা হয়। পরে মিশ্রণটিকে ফুটালে এর তৈলাক্ত স্তর দূর হয়। একে পানি সহযোগে লবু করে ট্যাপের পানিতে শীতল করা হয়। শেষে ৫ ফোঁটা গাঢ় NaNO ₂ দ্রবণ এবং NaOH দ্রবণ মিশ্রিত β ন্যাফথল যোগ করা হয়।	১। গাঢ় লাল বা কমলা-লাল বর্ণের রঞ্জক পদার্থ উৎপন্ন হয়। C ₆ H ₅ NO ₂ + 6[H] → 2H ₂ O + C ₆ H ₅ NH ₂ C ₆ H ₅ NH ₂ ·HCl + HNO ₂ → 2H ₂ O + C ₆ H ₅ N ₂ Cl C ₆ H ₅ N ₂ Cl + C ₁₀ H ₇ OH → HCl + C ₆ H ₅ N=N·C ₁₀ H ₆ OH (লাল)	১। নাইট্রো মূলক (-NO ₂) উপস্থিত।

১২-২৪ জৈব রসায়নে কার্যকরী মূলকের গুরুত্ব

Importance of Functional Groups in Organic Chemistry

কার্যকরী মূলক : জৈব রসায়নকে হাইড্রোকার্বন ও হাইড্রোকার্বনসমূহ থেকে উদ্ভূত বিভিন্ন শ্রেণীর যৌগের রসায়নরূপে সংজ্ঞায়িত করা হয়। তবে সে সব সমধর্মী জৈব যৌগের অণুতে নির্দিষ্ট একটি সক্রিয় পরমাণু অথবা সক্রিয় মূলক থাকে যা উক্ত যৌগ শ্রেণীর ধর্মকে নিয়ন্ত্রণ করে। সে সক্রিয় পরমাণু বা মূলকটিকে জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক বলা হয়। যেমন,

(১) অ্যালকোহলের কার্যকরী মূলক হল -OH মূলক। যেমন, CH₃-[OH](২) অ্যালডিহাইডের কার্যকরী মূলক হল -CHO মূলক। যেমন, CH₃-[CHO](৩) অ্যামিনের কার্যকরী মূলক হল -NH₂ মূলক। যেমন, CH₃-[NH₂]

কার্যকরী মূলকের গুরুত্ব : (১) জৈব রসায়ন মূলত কার্যকরী মূলকভিত্তিক রসায়ন। তাই কোন অজ্ঞাত জৈব যৌগকে নিয়ে প্রথমে মৌল শনাক্তকরণ করা হয়। মৌল শনাক্তকরণের পর সম্ভাব্য কার্যকরী মূলকের পরীক্ষা তাদের শনাক্তকারী নির্দিষ্ট বিকারক দ্বারা সম্পন্ন করা হয়।

(২) বিভিন্ন কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের জন্য নির্দিষ্ট বিক্রিয়াভিত্তিক নির্দিষ্ট বিকারক রয়েছে।

(৩) কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের পর জৈব যৌগকে সমগোত্রীয় শ্রেণীতে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়।

(৪) জৈব যৌগের নামকরণ কার্যকরী মূলকভিত্তিক হয়ে থাকে।

(৫) জৈব যৌগের বিশোধন ও পার্থক্যকরণ কাজে কার্যকরী মূলকভিত্তিক।

(৬) রাসায়নিক বিক্রিয়ার মেকানিজম ব্যাখ্যায় কার্যকরী মূলক সংশ্লিষ্ট।

(৭) কার্যকরী মূলকভিত্তিক জৈব রসায়নের পাঠ দান হল সহজ পদ্ধতি।

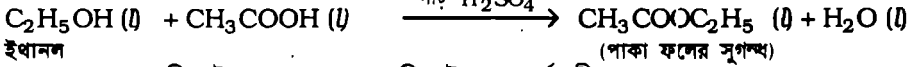
জৈব যৌগের কয়েকটি কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ নিয়ে উল্লেখ করা হল :

কার্যকরী মূলক	শনাক্তকারী বিকারক	পর্যবেক্ষণ
১। অ্যালকিন (C=C) অ্যালকাইন (C≡C) বা, পাই (π) বন্ধন	(ক) Br ₂ (CCl ₄) দ্রবণ (খ) ক্রায়ম KMnO ₄ দ্রবণ	(ক) ব্রোমিনের লাল বর্ণ দূর হয়। (খ) KMnO ₄ - এর বেগুনি বর্ণ দূর হয়।
২। অ্যালকাইন-১ (-C≡C-H)	(ক) AgNO ₃ + (NH ₄ OH) দ্রবণ (খ) Cu ₂ Cl ₂ + (NH ₄ OH)	(ক) সিলভার অ্যালকাইনাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। (খ) কপার অ্যালকাইনাইডের লাল অধঃক্ষেপ পড়ে।
৩। অ্যালকোহল (-OH) R-OH	(ক) সোডিয়াম ধাতু (Na) (খ) PCl ₅	(ক) H ₂ গ্যাস বের হয়; যা অগ্নি সংযোগে নীল শিখাসহ জ্বলে। (খ) HCl গ্যাস বের হয়; যা, NH ₄ OH এর সাথে NH ₄ Cl এর সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি করে।
৪। হ্যালো অ্যালকেন (R-X)	(ক) Na + Δ, দ্রবণ + AgNO ₃	(ক) Ag X এর অধঃক্ষেপ।
৫। অ্যালডিহাইড (-CHO) ও কিটোন (-CO-)	(ক) ডাই নাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন	(ক) কমলা-লাল বা হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ।
৬। শুধু অ্যালডিহাইড (-CHO)	(ক) AgNO ₃ + (NH ₄ OH) দ্রবণ (খ) ফেলিং দ্রবণ	(ক) সিলভার দর্পণ সৃষ্টি করে। (খ) Cu ₂ O এর লাল অধঃক্ষেপ।
৭। কার্বক্সিলিক এসিড (-COOH)	(ক) 5% NaHCO ₃ দ্রবণ	(ক) CO ₂ এর বুদ্ধবুদ্ধ বের হয়।
৮। এসিড হ্যালাইড (RCOCl)	(ক) H ₂ O + নীল লিটমাস (খ) H ₂ O + AgNO ₃ দ্রবণ	(ক) লাল বর্ণ ধারণ। (খ) AgX এর অধঃক্ষেপ।
৯। এসিড অ্যামাইড (RCONH ₂)	(ক) 20% NaOH, Δ (খ) NaNO ₂ + HCl	(ক) NH ₃ গ্যাসের গন্ধ। (খ) N ₂ গ্যাসের বুদ্ধবুদ্ধ।
১০। অ্যালকেন নাইটাইল (R-CN)	(ক) Na, C ₂ H ₅ OH } (খ) NaNO ₂ + HCl }	(ক) N ₂ গ্যাসের বুদ্ধবুদ্ধ।
১১। অ্যালকাইল অ্যামিন (R-NH ₂)	(ক) CHCl ₃ + alc. NaOH	(ক) উগ্র দুর্গন্ধযুক্ত কার্বিল অ্যামিন।
১২। 1° অ্যারোমেটিক অ্যামিন (ArNH ₂)	(ক) HCl + NaNO ₂ (খ) NaOH + ৫ নাফথল	(ক) N ₂ গ্যাস বুদ্ধবুদ্ধ বের হয়। (খ) লাল রঞ্জক উৎপন্ন হয়।

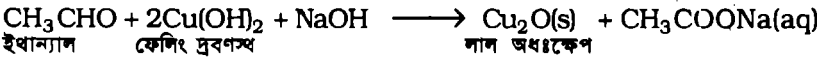
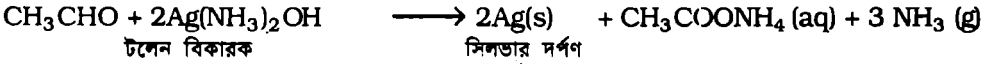
১২.২৫ কার্যকরী মূলকভিত্তিক সমস্যা ও সমাধান

উদাহরণ ১। ইথানল (C_2H_5OH) ও ইথান্যাল (CH_3CHO) এর শনাক্তকরণ বা পার্থক্য কিরূপে করা হয়?

(ক) ইথানল হল অ্যালকোহল। সুতরাং ইথানলের -OH কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের বিকারক হবে—
(ক) সোডিয়াম ধাতু ও (খ) গ্লেসিয়েল অ্যাসিটিক এসিড ও গাঢ় H_2SO_4 । সোডিয়াম ধাতু ব্যবহারের পূর্বে প্রদত্ত জৈব যৌগকে অনার্দ্র $CaCl_2$ দ্বারা শুষ্ক করে নিতে হয়।

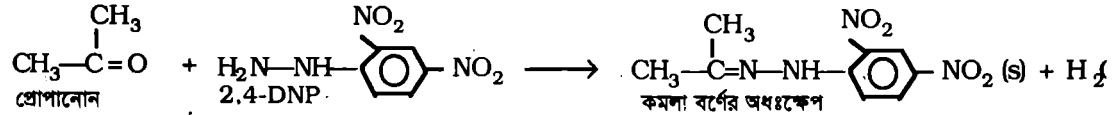
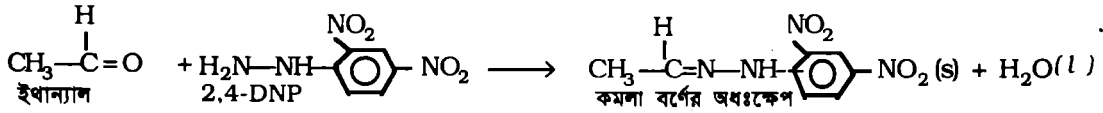


(খ) ইথান্যাল হল অ্যালডিহাইড। সুতরাং অ্যালডিহাইডের কার্যকরী মূলক (-CHO) শনাক্তকরণ (১) টলেন বিকারক ও (২) ফেলিং দ্রবণ দ্বারা করা যায়।

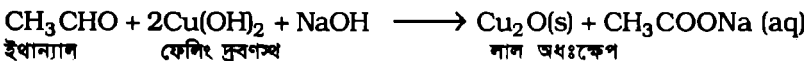
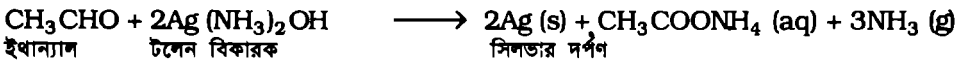


উদাহরণ ২। ইথান্যাল (CH_3CHO) ও প্রোপানোন (CH_3COCH_3) এর শনাক্তকরণ বা পার্থক্য কিরূপে করা হয়?

(ক) ইথান্যাল হল অ্যালডিহাইড এবং প্রোপানোন হল কিটোন। উভয় যৌগে কার্বনাইল মূলক (-CO-) থাকায়।
2,4- ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন (2,4-DNP) বিকারকের সাথে উভয় যৌগ কমলা বর্ণের অধঃক্ষেপ দেয়।

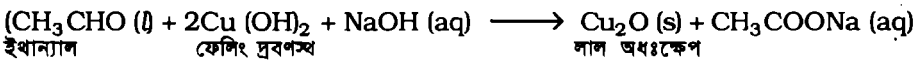
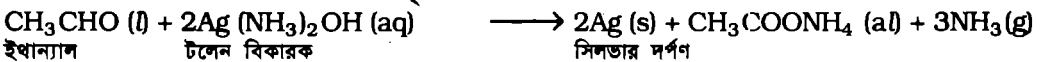


(খ) কিন্তু টলেন বিকারক ও ফেলিং দ্রবণের সাথে ইথান্যাল বা অ্যালডিহাইড অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে। অপরদিকে প্রোপানোন বা কিটোন এ সব বিকারকের সাথে কোন অধঃক্ষেপ দেয় না।

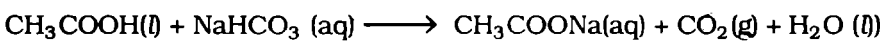


উদাহরণ ৩। ইথান্যাল (CH_3CHO) ও ইথানোয়িক এসিড (CH_3CO_2H) এর শনাক্তকরণ ও পার্থক্য কিরূপে করা হয়?

(ক) ইথান্যাল ও ইথানোয়িক এসিডের কার্যকরী মূলক হল যথাক্রমে অ্যালডিহাইড মূলক (-CHO) ও কার্বক্সিল মূলক (-COOH)। সুতরাং অ্যালডিহাইড মূলকের জন্য টলেন বিকারক ও ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা হল শনাক্তকরণ পরীক্ষা। এদের সাথে অ্যালডিহাইড অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে।



(খ) অপরদিকে কার্বক্সিল মূলক শনাক্তকরণে 5% $NaHCO_3$ দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। এর সাথে বিক্রিয়াকালে বৃদ্বুদ সহ CO_2 গ্যাস বের হয়।



ইথানোয়িক এসিড

বৃদ্বুদ সহ গ্যাস

স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় বিষয়ক

সমস্যা ও সমাধান

উদাহরণ ১। একটি জৈব যৌগের প্রতি অণুতে ৩টি কার্বন পরমাণু বিদ্যমান এবং অজ্ঞাত সংখ্যক H এবং N পরমাণু আছে। বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, ঐ যৌগে 61.02% C, 15.25% H এবং 23.73% N আছে। যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

সমাধান : যেহেতু C, H ও N এর মোট শতকরা পরিমাণ = (61.02 + 15.25 + 23.73) = 100.00;

সূত্রাং উক্ত যৌগে অক্সিজেন মৌল নেই।

মৌল	মৌলের শতকরা হার	মৌলের পাঃ ভর	আপেক্ষিক পাঃ অনুপাত	সুদ্রুতম	পূর্ণ সংখ্যায় পাঃ
(1)	(2)	(3)	(2) + (3) = (4)	পাঃ অনুপাত	অনুপাত
C	61.02	12	$\frac{61.02}{12} = 5.08$	$\frac{5.08}{1.70} = 2.99$	3
H	15.25	1	$\frac{15.25}{1} = 15.25$	$\frac{15.25}{1.70} = 8.97$	9
N	23.73	14	$\frac{23.73}{14} = 1.70$	$\frac{1.70}{1.70} = 1$	1

অতএব যৌগটিতে C : H : N = 3 : 9 : 1

সূত্রাং যৌগটির স্থূল সংকেত হল C₃H₉N.

প্রশ্নমতে যৌগটির প্রতি অণুতে ৩টি কার্বন পরমাণু আছে। স্থূল সংকেতকে 3 দ্বারা গুণ করলে প্রতি অণুতে ৩টি কার্বন পরমাণু যুক্ত সংকেত পাওয়া যায়।

অতএব যৌগটির আণবিক সংকেত = (C₃H₉N) × 3 = C₉H₂₇N₃

উদাহরণ ২। কোন একটি বস্তুর 0.202 g পরিমাণকে পোড়ালে 0.361 g CO₂ এবং 0.147 g H₂O উৎপন্ন হয়। উক্ত বস্তুটির স্থূল সংকেত নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \%C &= \frac{12 \times \text{CO}_2 \text{ এর ভর} \times 100}{44 \times \text{জৈব যৌগের ভর}} \\ &= \frac{12 \times 0.361 \times 100}{44 \times 0.202} = 48.74 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%H &= \frac{2 \times \text{H}_2\text{O এর ভর} \times 100}{18 \times \text{জৈব যৌগের ভর}} \\ &= \frac{2 \times 0.147 \times 100}{18 \times 0.202} = 8.08 \end{aligned}$$

প্রশ্নমতে, গৃহীত জৈব যৌগ = 0.202 g

উৎপন্ন CO₂ এর পরিমাণ = 0.361 g

উৎপন্ন H₂O এর পরিমাণ = 0.147 g

যেহেতু C ও H এর মোট শতকরা পরিমাণ = (48.74 + 8.08) = 56.82:

সূত্রাং অক্সিজেনের পরিমাণ = $(100 - 56.82) = 43.18\%$

মৌল	মৌলের শতকরা হার	মৌলের পাঃ ভর	আপেক্ষিক পাঃ অনুপাত	ক্ষুদ্রতম পারমাণবিক অনুপাত	পূর্ণ সংখ্যায় পাঃ অনুপাত
C	48.74	12	$\frac{48.74}{12} = 4.06$	$\frac{4.06}{2.70} = 1.50$	$1.50 \times 2 = 3$
H	8.08	1	$\frac{8.08}{1} = 8.08$	$\frac{8.08}{2.70} = 2.98$	$2.98 \times 2 = 6$
O	43.18	16	$\frac{43.18}{16} = 2.70$	$\frac{2.70}{2.70} = 1$	$1 \times 2 = 2$

অর্থাৎ যৌগটিতে $C : H : O = 3 : 6 : 2$

অতএব যৌগটির স্থূল সংকেত হল $C_3H_6O_2$

উদাহরণ ৩। একটি এক-কারীয় জৈব এসিডকে বিশ্লেষণ করে $C = 70.59\%$, $H = 5.88\%$, $O = 23.53\%$ পাওয়া যায়। আবার 0.272 g ঐ এসিডকে পূর্ণ প্রশমনের জন্য $20 \text{ mL } 0.1 \text{ M NaOH}$ প্রয়োজন হয়। সে জৈব এসিডের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

সমাধান

মৌল	মৌলের শতকরা হার	পারমাণবিক ভর	আপেক্ষিক পাঃ অনুপাত	ক্ষুদ্রতম পারমাণবিক অনুপাত	পূর্ণ সংখ্যায় পাঃ অনুপাত
C	70.59	12	$\frac{70.59}{12} = 5.88$	$\frac{5.88}{1.47} = 4$	4
H	5.88	1	$\frac{5.88}{1} = 5.88$	$\frac{5.88}{1.47} = 4$	4
O	23.53	16	$\frac{23.53}{16} = 1.47$	$\frac{1.47}{1.47} = 1$	1

অর্থাৎ যৌগটিতে $C : H : O = 4 : 4 : 1$

সূত্রাং যৌগটির স্থূল সংকেত হল C_4H_4O

যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয়ের জন্য এর আণবিক ভর জানা দরকার। যৌগটির সঙ্গে প্রমাণ স্কার দ্রবণের প্রশম বিক্রিয়ার ফলাফলের ওপর ভিত্তি করে আণবিক ভর নিম্নরূপে নির্ণয় করা যায়।

1 mol NaOH উক্ত এসিডের 1 mol পরস্পর প্রশমিত করে এবং $1000 \text{ mL } 1 \text{ M NaOH}$ দ্রবণে NaOH এর 1 mol দ্রবীভূত থাকে।

প্রশ্নমতে, $20 \text{ mL } 0.1 \text{ M NaOH}$ প্রশমিত করে 0.272 g এসিড।

অতএব $1000 \text{ mL } 1 \text{ M NaOH}$ প্রশমিত করে = $\frac{0.272 \times 10 \times 1000}{20} = 136 \text{ g}$ এসিড।

সূত্রাং জৈব এসিডের আণবিক ভর হল 136

আমরা জানি, আণবিক সংকেত = (স্থূল সংকেত) $\times n$

$$n = \frac{\text{আণবিক ভর}}{\text{স্থূল সংকেত ভর}} = \frac{136}{(C_4H_4O) \text{ এর ভর}}$$

$$n = \frac{136}{(12 \times 4 + 1 \times 4 + 16)} = \frac{136}{68} = 2$$

সূত্রাং যৌগটির আণবিক সংকেত হল, $(C_4H_4O) \times 2 = C_8H_8O_2$

উত্তর : স্থূল সংকেত, C_4H_4O । আণবিক সংকেত, $C_8H_8O_2$

উদাহরণ ৪। কোন একটি জৈব যৌগের বিশ্লেষণে 40% কার্বন এবং 6.7% হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। সে গ্যাসীয় যৌগের 10 mg পরিমাণ 25°C এবং 760 mm (পারদ) চাপে 8.15 mL আয়তন হয়। ঐ যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

সমাধান : যেহেতু যৌগটিতে C ও H এর মোট শতকরা পরিমাণ (40 + 6.7) = 46.7

সুতরাং অক্সিজেনের পরিমাণ হবে = (100 - 46.7) = 53.3%

মৌল (1)	মৌলের %হার (2)	পাঃ ভর (3)	আপেক্ষিক পাঃ অনুপাত (2) ÷ (3) = 4	ক্ষুদ্রতম পাঃ অনুপাত	পূর্ণ সংখ্যায় পাঃ অনুপাত
C	40.0	12	$\frac{40}{12} = 3.33$	$\frac{3.33}{3.33} = 1$	1
H	6.7	1	$\frac{6.7}{1} = 6.70$	$\frac{6.70}{3.33} = 2.01$	2
O	53.3	16	$\frac{53.3}{16} = 3.33$	$\frac{3.33}{3.33} = 1$	1

অর্থাৎ যৌগটিতে C : H : O = 1 : 2 : 1

সুতরাং যৌগটির স্থূল সংকেত হবে, C₁H₂O₁ = CH₂O

প্রশ্নমতে 10 mg যৌগের-

যদি উক্ত 10 mg জৈব যৌগের S. T. P তে আয়তন V₀ হয়,

আয়তন V = 8.15 mL

তবে বয়েলের ও চার্লসের সূত্র মতে, $\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$

চাপমাত্রা P = 760 mm (Hg)

$$\text{বা, } \frac{760 \times V_0}{273} = \frac{760 \times 8.15}{298}$$

তাপমাত্রা T = (25 + 273)K = 298°K

$$\text{অতএব } V_0 = \frac{8.15 \times 273}{298} = 7.46 \text{ mL}$$

অ্যাতোগাড্রো প্রকল্পের অনুসিদ্ধান্ত মতে 1mol গ্যাসীয় পদার্থ S. T. P তে 22.400 mL আয়তন দখল করে।

সুতরাং S. T. P তে প্রদত্ত যৌগটির 7.46 mL = 10 mg

$$\text{অতএব S.T.P-তে প্রদত্ত যৌগটির } 22.400 \text{ mL} = \frac{10 \times 22.400}{7.46} \text{ mg} = \frac{10 \times 22.400}{7.46 \times 1000} \text{ g} = 30 \text{ g}$$

সুতরাং যৌগটির আণবিক ভর = 30

আমরা জানি, আণবিক সংকেত = (স্থূল সংকেত) × n

$$\therefore n = \frac{\text{আণবিক ভর}}{\text{স্থূল সংকেত ভর}} = \frac{30}{\text{CH}_2\text{O এর ভর}} = \frac{30}{(12 + 2 + 16)} = \frac{30}{30} = 1$$

সুতরাং যৌগটির আণবিক সংকেত = (CH₂O) × 1 = CH₂O

উদাহরণ ৫। একটি জৈব যৌগের 5.17 mg কে দহন করলে 10.32 mg কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং 4.23 mg পানি উৎপন্ন করে। 100°C তাপমাত্রা ও 760 mm (Hg) চাপমাত্রায় 0.156 g যৌগ 53 mL আয়তন দখল করে। যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

সমাধান : জৈব যৌগের ভর, w = 5.17 mg

উৎপন্ন H₂O এর ভর = 4.23 mg

উৎপন্ন CO₂ এর ভর = 10.32 mg

$$\%H = \frac{2 \times \text{উৎপন্ন H}_2\text{O এর ভর} \times 100}{18 \times \text{গৃহীত জৈব যৌগের ভর}} = \frac{2 \times 4.23 \times 100}{18 \times 5.17} = 9.09$$

$$\%C = \frac{12 \times \text{উৎপন্ন CO}_2 \text{ এর ভর} \times 100}{44 \times \text{গৃহীত জৈব যৌগের ভর}} = \frac{12 \times 10.32 \times 100}{44 \times 5.17} = 54.44$$

যেহেতু H ও C এর মোট শতকরা পরিমাণ = $(9.09 + 54.44) = 63.53$; অর্থাৎ শর্ত পূর্ণ হয়নি। সুতরাং অবশিষ্ট শতকরা পরিমাণ $(100 - 63.53) = 36.47$ ভাগ অক্সিজেন উক্ত জৈব যৌগে রয়েছে।

মৌল (I)	মৌলের %হার (2)	পাঃ ভর (3)	আপেক্ষিক পাঃ অনুপাত $(2) \div (3) = (4)$	ক্ষুদ্রতম পাঃ অনুপাত	পূর্ণ সংখ্যায় পাঃ অনুপাত
C	54.44	12	$\frac{54.44}{12} = 4.54$	$\frac{4.54}{2.28} = 1.99$	2
H	9.09	1	$\frac{9.09}{1} = 9.09$	$\frac{9.09}{2.28} = 3.98$	4
O	36.47	16	$\frac{36.47}{16} = 2.28$	$\frac{2.28}{2.28} = 1.00$	1

অর্থাৎ যৌগটিতে $C : H : O = 2 : 4 : 1$

সুতরাং জৈব যৌগটির স্থূল সংকেত হল, C_2H_4O

প্রশ্নমতে 0.156 g জৈব যৌগের
আয়তন $V = 53$ mL।

যদি সংশ্লিষ্ট 0.156 g জৈব যৌগের আয়তন S. T. P তে
 V_0 mL হয়। তবে,

চাপমাত্রা $P = 760$ mm (Hg)।

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$$

তাপমাত্রা, $T = (100 + 273) = 373$ K

$$V_0 = \frac{PV \times T_0}{T \times P_0} = \frac{760 \times 53 \times 273}{373 \times 760} = 38.79 \text{ cm}^3$$

অ্যাভোগ্যাড্রো প্রকল্পের অনুসিদ্ধান্ত মতে 1 mol গ্যাসীয় পদার্থ S. T. P তে 22,400 mL হয়।

প্রদত্ত যৌগটির S. T. P তে $38.79 \text{ mL} = 0.156 \text{ g}$ ।

$$\text{সুতরাং প্রদত্ত যৌগটির S. T. P তে } 22,400 \text{ mL} = \frac{0.156 \times 22,400}{38.79} = 90.08 \text{ g}$$

অর্থাৎ যৌগটির সমভাব্য আণবিক ভর হল, 90.08।

আমরা জানি, আণবিক সংকেত = (স্থূল সংকেত) $\times n$

$$\text{সুতরাং } n = \frac{\text{আণবিক ভর}}{\text{স্থূল সংকেত ভর}} = \frac{90.08}{C_2H_4O \text{ এর ভর}} = \frac{90.08}{44} = 2.04$$

$\therefore n = 2.04 = 2$ (পূর্ণ সংখ্যায়)

সুতরাং যৌগটির আণবিক সংকেত হল $(C_2H_4O) \times 2 = C_4H_8O_2$

উদাহরণ ৬। একটি অসম্পূর্ণ জৈব পদার্থ সম্পূর্ণ হতে এক মোল ব্রোমিন গ্রহণ করে এবং এতে 85.7% কার্বন ও 14.3% হাইড্রোজেন বিদ্যমান। যৌগটির আণবিক ভর নির্ণয়ে দেখা যায়, উক্ত মান 80 থেকে 100 এর মধ্যে আছে। ঐ জৈব যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর এবং নাম উল্লেখ কর।

সমাধান : জৈব যৌগটি কার্বন ও হাইড্রোজেনের শতকরা মোট পরিমাণ হল = $(85.7 + 14.3) = 100$ ।

তাই উক্ত যৌগে অক্সিজেন মৌল নেই।

মৌল	%হার	পাঃ ভর	আপেক্ষিক পাঃ অনুপাত	ক্ষুদ্রতম পাঃ অনুপাত	পূর্ণ সংখ্যায় পাঃ অনুপাত
C	85.7	12	$\frac{85.7}{12} = 7.14$	$\frac{7.14}{7.14} = 1$	1
H	14.3	1	$\frac{14.3}{1} = 14.3$	$\frac{14.3}{7.14} = 2$	2

যেহেতু যৌগটিতে $C : H = 1 : 2$.

সূত্রাং যৌগটির স্থূল সংকেত হল, C_nH_{2n}

আমরা জানি, আণবিক সংকেত = (স্থূল সংকেত) $\times n$

প্রশ্নমতে, আণবিক সংকেত হবে $(CH_2)_n$

প্রশ্নমতে, যৌগটির আণবিক ভর ৪০ এবং ১০০ এর মধ্যে আছে।

$$(CH_2) \times n = 80 \sim 100$$

$$\text{বা, } (12 + 2) \times n = 80 \sim 100$$

$$\text{বা, } n = \frac{80 \sim 100}{14} = 6 \text{ এবং } 7.$$

সূত্রাং যৌগটির আণবিক সংকেত হবে, $(CH_2) \times 6 = C_6H_{12}$ এবং $(CH_2) \times 7 = C_7H_{14}$

আবার প্রশ্নমতে, ঐ যৌগটি অসম্পৃক্ত এবং 1 mol ব্রোমিন গ্রহণ করে অর্থাৎ ঐ যৌগে একটি π বন্ধন আছে।

নির্ণীত আণবিক সংকেত C_6H_{12} এবং C_7H_{14} অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n} কে সমর্থন করে আবার সাইক্লো অ্যালকেনকেও সমর্থন করে। কিন্তু প্রশ্নমতে, যৌগটিতে একটি π বন্ধন আছে বলে প্রমাণিত হওয়ায় নির্ণয় আণবিক সংকেত C_6H_{12} এর নাম হবে হেক্সিন এবং C_7H_{14} এর নাম হবে হেপ্টিন।

১২শ অধ্যায়ে যা শিখলাম

১। কোন জৈব যৌগের পূর্ণাঙ্গ তথ্য জানার জন্য এর গাঠনিক সংকেত নির্ণয় করতে হয়। এ জন্য যৌগটির বিশোধন প্রয়োজন হয়। বিশোধন প্রক্রিয়াগুলো ভৌত পদ্ধতিতে করা হয়। যেমন, কেলসারন, উর্ধ্বপাতন, বাষ্পপাতন, আর্ধশিক পাতন, দ্রাবক, নিষ্কাশন, ক্রোমাটোগ্রাফী প্রভৃতি বিশোধন পদ্ধতি উল্লেখযোগ্য।

২। জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ডমূলে কঠিন জৈব যৌগের জন্য গলনাঙ্ক এবং তরল জৈব যৌগের জন্য স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা হয়।

৩। জৈব যৌগের বিশোধনের পর এর আঙ্গিক বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া দ্বারা এর উপাদান মৌল শনাক্ত করা হয়। যেমন, (i) জৈব যৌগের জারণ পদ্ধতিতে C, H মৌল শনাক্ত করা হয়। (ii) লেসাইন পদ্ধতিতে N, S, X-এর শনাক্ত করা হয়। (iii) এছাড়া পরীক্ষণ পদ্ধতিতে অক্সিজেন ও অন্যান্য পদ্ধতিতে P শনাক্ত করা হয়।

৪। মৌল শনাক্তকরণের পর মাত্রিক বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া দ্বারা শনাক্তকৃত মৌলের পরিমাণ শতকরা হারে হিসাব করা হয়।

৫। জৈব যৌগের মৌলের শতকরা হার ও পারমাণবিক ভরের সাহায্যে স্থূল সংকেত এবং যৌগের আণবিক ভরের সাহায্যে পরে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা হয়। আণবিক সংকেত = (স্থূল সংকেত) $\times n$ এক্ষেত্রে $n = 1, 2, 3, 4$ ইত্যাদি পূর্ণ সংখ্যা।

৬। সংশ্লিষ্ট জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণের জন্য ঐ জৈব যৌগের সাথে বিভিন্ন কার্যকরী মূলক শনাক্তকারী বিকারকের সহযোগে পরীক্ষা করা হয়। যেমন, (১) অসম্পৃক্ত যৌগের শনাক্তকারী বিকারক হল (ক) ব্রোমিন দ্রবণ ও (খ) ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ। (২) অ্যালকোহল মূলকের শনাক্তকরণে সোডিয়াম ধাতুসহ পরীক্ষা করা হয়। (৩) কার্বনাইল মূলকের জন্য 2,4-DNP বিকারক, (৪) অ্যালডিহাইডের নিশ্চিতকরণের জন্য টলেন বিকারক ও ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা করা হয়। (৫) কার্বজিল মূলকের শনাক্তকরণের জন্য 5% $NaHCO_3$ দ্রবণ ব্যবহৃত হয়।

৭। সদৃশ কার্যকরী মূলক যেমন, $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ$ অ্যালকোহলের শনাক্তকরণের জন্য লুকাস বিকারক ব্যবহৃত হয়। মিথানোয়িক এসিড ($HCOOH$) ও ইথানোয়িক এসিড (CH_3COOH)-এর পার্থক্যকরণের জন্য টলেন বিকারক ব্যবহৃত হয়। $HCOOH$ টলেন বিকারকের সাথে সিলভার দর্পণ পরীক্ষা দেয়; কিন্তু CH_3COOH এ পরীক্ষা দেয় না।

৮। কার্যকরী মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত হওয়ার পর জৈব যৌগের সমগোত্রীয় শ্রেণীভিত্তিক গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়ের মাধ্যমে যৌগের নিশ্চিতকরণ ও নামকরণ করা হয়। এর পর যৌগের গাঠনিক সংকেত নির্ণয় করা হয়।

অনুশীলনী-১২ঃ প্রশ্ন ব্যাংক

ক-বিভাগ : রচনামূলক উত্তরের প্রশ্ন

- ১। টীকা লেখ : (ক) কেলাসন
 •(খ) আর্ধশিক কেলাসন
 (গ) উর্ধ্বপাতন
 (ঘ) আর্ধশিক পাতন [সি. বো. ২০০৭]
 (ঙ) স্টিম পাতন
- ২। (ক) ক্রোমাটোগ্রাফী কী? কলাম ক্রোমাটোগ্রাফীর সাহায্যে জৈব যৌগের মিশ্রণ পৃথকীকরণ চিত্রসহ লেখ।
 (খ) পেপার ক্রোমাটোগ্রাফী কোন শ্রেণীভুক্ত ক্রোমাটোগ্রাফী? পেপার ক্রোমাটোগ্রাফী বর্ণনা কর।
- ৩। (ক) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড বলতে কী বুঝ? [সি. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]
 (খ) কঠিন ও তরল জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার প্রধান মানদণ্ড কী? এদের বিশুদ্ধতার পরীক্ষা কীরূপে করা হয়?
 [সি. বো. ২০০৯]
- ৪। (ক) লেসাইন পরীক্ষা কী? এর মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। [কু. বো. ২০১১]
 (খ) লেসাইন পরীক্ষার সাহায্যে জৈবযৌগে নাইট্রোজেন শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। [কু. বো. ২০০৮]
 অথবা, ইউরিয়া বা জৈব যৌগে N এর উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করা হয়? [ঢা. বো. ২০১১;
 চ. বো. ২০১১; কু. বো. ২০১০; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০;
 ব. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১১]
- (গ) জৈব যৌগে যেমন থায়োইউরিয়া যৌগে N ও S একত্রে উপস্থিত তা কীরূপে শনাক্ত করবে?
 বা, নাইট্রোজেন সংবলিত জৈব যৌগে সালফারের উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করা হয়?
 (ঘ) জৈব যৌগে সালফারের উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করা হয়? [ঢা. বো. ২০১০; কু. বো. ২০১১;
 চ. বো. ২০১০; সি. বো. ২০০৯; য. বো. ২০১০; রা. বো. ২০১১; দি. বো. ২০১০]
- (ঙ) জৈব যৌগে বা ক্রোরোবেনজিনে ক্রোরিনের উপস্থিতি শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। [ব. বো. ২০০৭]
- ৫। (ক) জৈব যৌগের মাত্রিক বিশ্লেষণ কী? C ও H এর পরিমাণ নির্ণয়ের মূলনীতি লেখ।
 (খ) জৈব যৌগে N এর পরিমাণ নির্ণয়ের ডুমার পদ্ধতির মূলনীতি লেখ।
- ৬। (ক) স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত কী? এদের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখ। [ঢা. বো. ২০১০]
 (খ) স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত কীরূপে নির্ণয় করতে হয়?

খ-বিভাগ : সংক্ষিপ্ত উত্তরমূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) একই দ্রাবকে A (কক্ষতাপে দ্রাব্যতা 25) এবং B (কক্ষতাপে দ্রাব্যতা 45) দুটি কঠিন জৈব যৌগ দ্রবীভূত আছে। যৌগ দুটিকে তুমি কীরূপে পৃথক করবে?
 (খ) দুটি দ্রবণীয় তরলের মিশ্রণ (স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য 50°C) এবং দুটি অদ্রবণীয় তরলের মিশ্রণের উপাদানকে বিশুদ্ধ অবস্থায় তুমি কীরূপে পৃথক করবে?
 (গ) একটি মিশ্রণে A (স্ফুটনাঙ্ক 85°C) ও B (স্ফুটনাঙ্ক 100°C) দুটি তরল আছে। তরল দুটিকে তুমি কীরূপে বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করবে?
 (ঘ) ডেজাল মিশ্রিত কোন জৈব যৌগ এর স্ফুটনাঙ্কে বিয়োজিত হয়। তুমি কীরূপে ঐ জৈব যৌগটিকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করবে?
 (ঙ) অ্যানিলিন এর স্ফুটনাঙ্কে বিয়োজিত হয়। পরীক্ষাগারে প্রস্তুত অ্যানিলিনকে কীরূপে বিশোধন করা হয়?

- ২। লেসাইন পরীক্ষায় সোডিয়াম ধাতু ব্যবহারের সুবিধা কী? [ঢা. বো. ২০১১; সি. বো. ২০১১; রা. বো. ২০১০; ব. বো. ২০১১; য. বো. ২০১০; দি. বো. ২০১১]
- ৩। (ক) জৈব যৌগে পাই (π) বন্ধনের উপস্থিতি শনাক্তকরণের দুটি পরীক্ষা লেখ।
 (খ) অ্যালকোহল ও ফেনল মূলকের শনাক্তকরণ পরীক্ষা লেখ।
 (গ) ফেনল ও কার্বক্সিল মূলকের শনাক্তকরণ পরীক্ষা লেখ।
 (ঘ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মূলকের শনাক্তকরণ ও পার্থক্যসূচক পরীক্ষা লেখ।
 (ঙ) 1°, 2°, 3° অ্যামিনের শনাক্তকরণ ও পার্থক্যসূচক পরীক্ষা লেখ।
 (চ) প্রাইমারি অ্যামিন মূলকের শনাক্তকরণ পরীক্ষা লেখ।
 (ছ) পেপার ক্রোমাটোগ্রাফিতে R_f বলতে কী বুঝ? এটির ব্যবহার লেখ। [সি. বো. ২০০৯; দি. বো. ২০১০]
- ৪। (ক) লুকাস বিকারক কী? এটি পরীক্ষাগারে কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
 (খ) টলেন বিকারক কী? এটি কোন যৌগ শনাক্তকরণ ও পার্থক্যকরণে ব্যবহৃত হয়?
 (গ) ফেলিং দ্রবণ কী? এটি কী কাজে ব্যবহৃত হয়?

গ-বিভাগ : গাণিতিক সমস্যা

(ক) জৈব যৌগে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের শতকরা হার নির্ণয় :

- ১। কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গঠিত কোন জৈব যৌগের 0.40 g কে দহন করলে 0.08 g H_2O এবং 0.39 g CO_2 গ্যাস পাওয়া যায়। উক্ত যৌগের মৌলগুলোর শতকরা হার নির্ণয় কর।
 [উঃ C = 26.59%; H = 2.22%; O = 71.19%]
- ২। কোন জৈব যৌগের 0.221 g কে পূর্ণ দহনে 0.4862 g CO_2 এবং 0.223 g H_2O পাওয়া যায়। উক্ত যৌগটিতে বিভিন্ন মৌলের শতকরা হার নির্ণয় কর। [উঃ C = 60%; H = 11.22%; O = 28.78%]
- ৩। কোন জৈব যৌগের 0.2496g কে পূর্ণ দহনে 0.3168g CO_2 এবং 0.0864g H_2O উৎপন্ন করে। উক্ত যৌগের বিভিন্ন মৌলের শতকরা হার নির্ণয় কর। [উঃ C = 34.62%; H = 3.85%; O = 61.53%]

(খ) নাইট্রোজেনের শতকরা হার নির্ণয় :

- ৪। 0.1877 g জৈব যৌগকে ডুমার প্রণালীতে বিশ্লেষণ করে নাইট্রোমিটারে 14°C তাপমাত্রায় এবং 758 mm (Hg) চাপে 31.7 mL নাইট্রোজেন গ্যাস সংগৃহীত হয়। উক্ত যৌগে নাইট্রোজেনের শতকরা হার নির্ণয় কর। [14° C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ = 12 mm (Hg)] [উঃ N = 19.71%]
- ৫। ডুমার পদ্ধতিতে 0.2248 g জৈব যৌগ থেকে নাইট্রোমিটারে -16°C তাপমাত্রায় ও 747mm (পারদ) চাপমাত্রায় 7.1 mL নাইট্রোজেন সংগৃহীত হয়। [16°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ = 13.5 mm (Hg)] উক্ত যৌগে নাইট্রোজেনের শতকরা হার নির্ণয় কর। [উঃ N = 3.61%]
- ৬। জেলডাল পদ্ধতিতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ধারণের সময় দেখা যায় যে, $3.5 \times 10^{-3}g$ অ্যানিলিন থেকে উৎপন্ন অ্যামোনিয়া 0.0103(M) HCl এসিডের 3.69 mL পরিমাণকে প্রশমিত করে। অ্যানিলিনে নাইট্রোজেনের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর। [উঃ N = 15.2%]
- ৭। জেলডাল পদ্ধতিতে নাইট্রোজেন পরিমাপে 0.502 g জৈব যৌগ থেকে প্রাপ্ত অ্যামোনিয়াকে 25 mL 0.25M H_2SO_4 দ্বারা শোষণ করা হল এবং অতিরিক্ত এসিডকে 12.2 mL 0.5M NaOH দ্বারা প্রশমিত করা হয়। নাইট্রোজেনের শতকরা হার নির্ণয় কর। [উঃ N = 17.83%]
- ৮। জেলডাল পদ্ধতিতে নাইট্রোজেন পরিমাপ করতে গিয়ে 0.2570 g জৈব যৌগ থেকে প্রাপ্ত অ্যামোনিয়াকে 50 mL 0.1M HCl দ্বারা শোষিত করা হল এবং অতিরিক্ত এসিডকে 2.32 mL 0.1M NaOH দ্বারা পূর্ণ প্রশমিত করা হয়। উক্ত যৌগে নাইট্রোজেনের শতকরা হার নির্ণয় কর। [উঃ N = 25.97%]

(গ) X, S, এর পরিমাণ নির্ণয় :

- ৯। ক্যারিয়াস প্রণালীতে 0.197 g জৈব যৌগকে গাঢ় HNO₃ সহযোগে উত্তপ্ত কর শেষে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় 0.3525 g সিলভার আয়োডাইড পাওয়া যায়। উক্ত যৌগে আয়োডিনের শতকরা নির্ণয় কর। [উঃ I = 96.7%]
- ১০। ক্যারিয়াস পদ্ধতিতে 0.186 g জৈব যৌগ থেকে 0.475 g সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া যায়। উক্ত যৌগে ক্লোরিনের শতকরা হার নির্ণয় কর। [উঃ Cl = 63.17%]
- ১১। ক্যারিয়াস পদ্ধতিতে সালফারের পরিমাণ নিরূপণে 0.2175 g জৈব যৌগ থেকে 0.5825 g বেরিয়াম সালফেট পাওয়া যায়। উক্ত যৌগে সালফারের শতকরা হার নির্ণয় কর। [উঃ S = 36.78%]

(ঘ) স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় :

- ১২। একটি জৈব যৌগের 0.20 g বিশ্লেষণ করে 0.147 g CO₂, 0.12 g H₂O এবং S.T.P তে 74.6 mL নাইট্রোজেন গ্যাস পাওয়া গেল। উক্ত যৌগের স্থূল সংকেত নির্ণয় কর। [উঃ CH₄N₂O]
- ১৩। একটি জৈব যৌগের 5.17 mg দহন করে 10.32 mg CO₂ এবং 4.23 mg পানি পাওয়া যায়। আবার 100°C তাপমাত্রায় ও 760 mm(Hg) চাপে 0.156 g উক্ত যৌগ 5.3 mL আয়তন দখল করে। যৌগটির স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [C₄H₈O₂]
- ১৪। কোন জৈব যৌগের প্রতি অণুতে নয়টি কার্বন পরমাণুসহ অজানা সংখ্যক H এবং N আছে। পরিমাণ বিশ্লেষণে জানা যায়, উক্ত যৌগে 61.02% কার্বন, 15.25% হাইড্রোজেন এবং 23.73% নাইট্রোজেন আছে। যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [উঃ C₉H₂₇N₃]
- ১৫। C, H এবং O দ্বারা গঠিত জৈব যৌগে C = 39.9%, H = 6.75% এবং অবশিষ্ট অক্সিজেন আছে। যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব 30 হলে এ যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [উঃ C₂H₄O₂], [চা. বো. ২০০৫]
- ১৬। পলিস্যাকারাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণে প্রাপ্ত গ্লুকোজের দহন বিশ্লেষণে 40% C, 6.7% H পাওয়া গেল; এর আণবিক ভর 180 হলে গ্লুকোজের আণবিক সংকেত বের কর। [উঃ C₆H₁₂O₆]
- ১৭। প্রোটিনের অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণে প্রাপ্ত একটি অ্যামাইনো এসিডের সংযুক্তি বিশ্লেষণে 40.45% C, 7.86% H ও 15.73% N পাওয়া গেল। যৌগটির আণবিক ভর ৪৯ হলে এর আণবিক সংকেত বের কর। [উঃ C₃H₇NO₂]

সৃজনশীল প্রশ্ন

ক-বিভাগ :

সৃজনশীল কাঠামোবদ্ধ প্রশ্ন

১। পরীক্ষাগারে নাইট্রোবেনজিন থেকে অ্যানিলিন প্রস্তুতিতে উৎপন্ন যৌগকে স্টিম পাতন দ্বারা পৃথক করতে হয়। বিগ্ৰহ অ্যানিলিন থেকে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড তৈরি করে N,N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিনসহ কাপলিং বিক্রিয়া দ্বারা বাটার ইয়েলো রঞ্জক প্রস্তুত করা হয়। এ রঞ্জক বাটার, কৃত্রিম ঘি ও তৈলের রঞ্জকরূপে ব্যবহৃত হয়।

(ক) প্রাকৃতিক পলিমার কী?

১

(খ) জৈব যৌগে N এর উপস্থিতি শনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।

২

(গ) উদ্দীপক মতে, স্টিম পাতন কী? স্টিম পাতনের চিত্রসহ সর্ধক্ষিত বর্ণনা দাও।

৩

(ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) N, N - ডাইমিথাইল অ্যানিলিনের গাঠনিক সংকেত লেখ। (ii) কাপলিং বিক্রিয়া কাকে বলে? (iii) অ্যানিলিন থেকে সালফানিলিক এসিড প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।

৪

২। আলকাত্তরার আর্ধশিক পাতন করে লঘু তৈল ও মধ্যম তৈল পাওয়া যায়। মধ্যম তৈল থেকে ফেনল নিষ্কাশিত হয়। এ ফেনল থেকে গুষ্ণ তৈরিতে ব্যবহৃত স্যালিসাইলিক এসিড, পিকরিক এসিড এবং নাইলন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত সাইক্লোহেক্সানল প্রস্তুত করা হয়।

- (ক) লঘু তেল কী? ১
 (খ) হ্যালোফর্ম বিক্রিয়া বলতে কী বোঝায়? ২
 (গ) উদ্দীপক মতে, আর্গনিক পাতন কী? আর্গনিক পাতনের চিত্রসহ সংক্ষিপ্ত বর্ণনা কর। ৩
 (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) স্যালিসাইলিক এসিডের গাঠনিক সংকেত লেখ। ফেনল থেকে (ii) পিকরিক এসিড ও (iii) সাইক্লোহেক্সানল প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ। ৪

৩। প্রাকৃতিক উৎস থেকে জৈব যৌগ পৃথক করে ভৌত পদ্ধতিতে যেমন কেলাসন, বাষ্পপাতন, আর্গনিক পাতন ইত্যাদি সহকারে বিশুদ্ধ করা হয়। বিশুদ্ধ জৈব যৌগের নির্দিষ্ট বিশুদ্ধতার মানদণ্ড আছে। বিশুদ্ধ জৈব যৌগের মৌল শনাক্তকরণ, উপস্থিত মৌলের শতকরা পরিমাণ থেকে স্থূল সংকেত নির্ণয় ও আণবিক ভর নির্ণয় করে আণবিক সংকেত নির্ণয় করা হয়।

- (ক) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড কী? ১
 (খ) মৌল শনাক্তকরণের লেসাইন পরীক্ষায় সোডিয়াম ধাতু ব্যবহারের সুবিধা কী? ২
 (গ) উদ্দীপক মতে, যৌগের স্থূলসংকেত ও আণবিক সংকেত কী? আণবিক সংকেত নির্ণয়ের ধাপগুলো লেখ। ৩
 (ঘ) উদ্দীপক মতে, (i) কঠিন জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার নির্ণয়ের অন্যতম মানদণ্ড যৌগের শনাক্ত নির্ণয় চিত্রসহ বর্ণনা কর। (ii) গলনাঙ্ক নির্ণয় থেকে যৌগটি বিশুদ্ধ কিনা তুমি কীরূপে নিশ্চিত হবে? ৪

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

খ-১ MCQ : সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (Simple MCQ) : জ্ঞান ও অনুধাবন স্তর :

- ১। কঠিন জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার পরীক্ষা করা হয় -
 (ক) কেলাসন (খ) গলনাঙ্ক নির্ণয় (গ) স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় (ঘ) ঘনত্ব নির্ণয়
- ২। বিশুদ্ধ বেনজোয়িক এসিডের গলনাঙ্ক হল -
 (ক) 121°C (খ) 119°C (গ) 125°C (ঘ) 126°C
- ৩। বিশুদ্ধ মিথানলের স্ফুটনাঙ্ক হল -
 (ক) 64°C (খ) 65.5°C (গ) 63°C (ঘ) 68°C
- ৪। জৈব যৌগে N শনাক্তকরণের রাসায়নিক পদ্ধতি হল -
 (ক) লেসাইন পদ্ধতি (খ) জারণ পদ্ধতি (গ) ডুমাস পদ্ধতি (ঘ) জেলডাল পদ্ধতি
- ৫। অ্যালকোহলিক (-OH) মূলক শনাক্তকরণ করা যায় -
 (ক) Na ধাতুসহ (খ) লিটমাস দ্বারা (গ) টলেন বিকারক (ঘ) ফেলিং দ্রবণ
- ৬। অ্যালডিহাইড (-CHO) মূলক শনাক্তকরণ করা হয় -
 (ক) ২:৪-DNP (খ) টলেন বিকারক (গ) 5% NaHCO₃ (ঘ) Br₂ দ্রবণ
- ৭। কার্বক্সিলিক (-COOH) মূলক শনাক্তকরণ করা হয় -
 (ক) লিটমাস (খ) টলেন বিকারক (গ) 5% NaHCO₃ (ঘ) ফেলিং দ্রবণ
- ৮। ফেনলিক (-OH) মূলক শনাক্তকরণ করা যায় -
 (ক) নিরপেক্ষ FeCl₃ দ্রবণ, (খ) টলেন বিকারক, (গ) 5% NaHCO₃, (ঘ) AgNO₃ দ্রবণ
- ৯। কার্বন শিকলে π- বন্ধন শনাক্তকরণে বহুত হয় -
 (ক) ফেলিং দ্রবণ (খ) Br₂ দ্রবণ (গ) 5% NaHCO₃ (ঘ) AgNO₃ দ্রবণ
- ১০। অ্যালকাইন -1 শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় -
 (ক) Br₂ দ্রবণ (খ) KMnO₄ দ্রবণ (গ) অ্যামোনিয়া মিশ্রিত AgNO₃ (ঘ) FeCl₃

খ - ১ MCQ এর উত্তরমালা :

- ১। (খ), ২। (ক), ৩। (খ), ৪। (ক), ৫। (ক), ৬। (খ), ৭। (গ), ৮। (ক), ৯। (খ), ১০। (গ)

পরিশিষ্ট-১


জৈব রসায়নে ব্যবহৃত কতিপয় বিকারক

বিকারক (মাধ্যমসহ)	ব্যবহারের উদ্দেশ্য	বিক্রিয়ার উদাহরণ
১। পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট (VI) $K_2Cr_2O_7.H^+$ (অম্লীয়) :	জারণ কাজে : অ্যালকোহলকে অ্যালডিহাইড ; ও কার্বজিলিক এসিডে জারণ।	$R-CH_2OH + [O] \longrightarrow RCHO + H_2O$ 1° অ্যালকোহল অ্যালডিহাইড $R_2CHOH + [O] \longrightarrow RCOR + H_2O$ 2° অ্যালকোহল কিটোন
২। পটাশিয়াম ম্যাঙ্গানেট (VII) (I) $KMnO_4.H^+$ (অম্লীয়) : (II) $KMnO_4$ (জলীয়) : (III) $KMnO_4.OH^-$ (ক্ষারীয়) (শীতল অবস্থায়)	জারণ কাজে : (I) অ্যারিনের পার্শ্ব শিকলের জারণ। (II) প্রতিস্থাপিত পার্শ্ব শিকলের জারণ। (III) অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা।	$C_6H_5CH_3 + 3[O] \longrightarrow C_6H_5COOH + H_2O$ টলুইন বেনজোয়িক এসিড $C_6H_5-CH_2-Z + [O] \xrightarrow{\text{রিফ্লাক্স}} C_6H_5COOH$ এখানে $Z = -CH_3, -CH_2OH$ ইত্যাদি $RCH=CHR + [O] + H_2O \longrightarrow \begin{matrix} OH & OH \\ | & | \\ RCH & - & CHR \end{matrix}$ অ্যালকিন ডাই-অল
৩। ব্রোমিন দ্রবণ (CCl_4 এ) $Br_2 (CCl_4)$:	অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা।	$RCH=CHR + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} \begin{matrix} Br & Br \\ | & | \\ RCH & - & CHR \end{matrix}$ অ্যালকিন ডাইব্রোমো অ্যালকে
৪। ওজোন (O_3) এবং পরক্ষণে $Zn + CH_3CO_2H(aq)$	ওজোনোলাইসিস : $C=C$ এর অবস্থান নির্ণয়।	$RCH=CH_2 \xrightarrow[H_2O]{O_3} RCHO + HCHO$ 1- অ্যালকিন অ্যালকান্যাল মিথান্যাল $RCH=CHCH_3 \xrightarrow[H_2O]{O_3} RCHO + CH_3CHO$ 2- অ্যালকিন অ্যালকান্যাল ইথান্যাল
৫। ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড, MnO_2 অথবা, ক্রোমিল ক্লোরাইড, CrO_2Cl_2	মৃদু জারণ কাজে : অ্যারিনের পার্শ্ব শিকলের জারণ।	$C_6H_5CH_3 + [O] \xrightarrow[\Delta]{MnO_2} C_6H_5CHO + H_2O$ টলুইন বেনজ্যালডিহাইড

বিকারক- (মাধ্যমসহ)	ব্যবহারের উদ্দেশ্য	বিভিন্ন উদাহরণ
৬। লিথিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো অ্যালুমিনেট, LiAlH ₄ (ইথার) [পোলার অসম্পৃক্ত মূলককে বিজারিত করে; তাই জলীয় দ্রবণ ব্যবহার করা যায়।]	প্রবল বিজারণে : >C=O, -C≡N এর π বন্ধনের বিজারণ; কিন্তু অপোলার C=C এর বিজারণ নয়।	R-COOH + [H] $\xrightarrow{LiAlH_4}$ RCH ₂ OH. এসিড 1° অ্যালকানল R-CONH ₂ + [H] \longrightarrow RCH ₂ NH ₂ অ্যামাইড 1° অ্যামিন R-CN + [H] \longrightarrow RCH ₂ NH ₂ নাইট্রাইল 1° অ্যামিন
৭। সোডিয়াম টেট্রাহাইড্রিডো বোরোট (III) NaBH ₄ (ইথার) :	মধ্যম বিজারণে : কেবল >C=O এর বিজারণ ব্যবহৃত। অপোলার C=C এর বিজারণ নয়।	RCHO + [H] $\xrightarrow{NaBH_4}$ RCH ₂ OH অ্যালকান্যাল অ্যালকানল 1° RCOR + [H] \longrightarrow R ₂ CHOH অ্যালকানোন অ্যালকানল 2°
৮। H ₂ (g) + Ni (তাপ) : (অপোলার অসম্পৃক্ত মূলকের উত্তম বিজারক)	বিজারণ কাজে : >C=C< এবং -C≡C- এর বিজারণ	-C≡C- + 2H ₂ $\xrightarrow[\Delta]{Ni}$ -CH ₂ -CH ₂ - তৈল + H ₂ \xrightarrow{Ni} চর্বি (>C=C<) + H ₂ \longrightarrow (-CH ₂ -CH ₂ -)
৯। Fe / HCl (aq) : Sn/HCl (aq)	বিজারণ কাজে : ArNO ₂ ও R-NO ₂ এর বিজারণ।	C ₆ H ₅ NO ₂ + [H] $\xrightarrow{Fe/HCl}$ C ₆ H ₅ NH ₂ নাইট্রো বেনজিন অ্যানিলিন
১০। ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড P ₂ O ₅ [অ্যামাইডকে নাইট্রাইলে ও অ্যালকোহলকে অ্যালকিনে পরিণত করে।]	নিরুদন কাজে : প্রবল নিরুদক।	R-CONH ₂ $\xrightarrow[\Delta]{P_2O_5}$ R-C≡N + H ₂ O নাইট্রাইল R-CH ₂ -OH \longrightarrow R-CH=CH ₂ + H ₂ O অ্যালকিন RCOOH $\xrightarrow{P_2O_5}$ (RCO) ₂ O + H ₂ O অ্যানহাইড্রাইড
১১। গাঢ় H ₂ SO ₄ (তাপ) : অ্যালকোহলকে অ্যালকিনে পরিণত করে।	নিরুদন কাজে : মধ্যম শক্তিশালী নিরুদক।	RCH ₂ -OH $\xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4}$ RCH=CH ₂ + H ₂ O. অ্যালকোহল অ্যালকিন

পরিশিষ্ট-২

জৈব যৌগের গুরুত্বপূর্ণ সমগোত্রীয় শ্রেণী ও তাদের পরিচয়

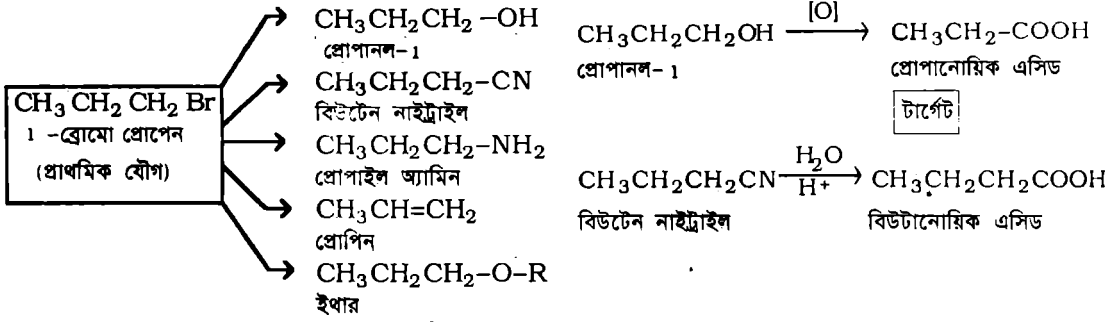
সমগোত্রীয় শ্রেণী	উদাহরণ	IUPAC নাম	প্রচলিত নাম	সাধারণ সংকেত	কার্যকরী মূলক
১। অ্যালকেন	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	ইথেন প্রোপেন	ইথেন প্রোপেন	$\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$ ও $\text{R}-\text{H}$	$\text{C}-\text{C}$ বন্ধন $\text{C}-\text{H}$ বন্ধন
২। অ্যালকিন	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ $\text{CH}_3-\text{CH} = \text{CH}_2$	ইথিন প্রোপিন	ইথিলিন প্রোপিলিন	$\text{C}_n \text{H}_{2n}$ $\text{R}-\text{CH}=\text{CHR}$ $\text{R}_2\text{C}=\text{CR}_2$	$\text{C} \begin{array}{c} \pi \\ \text{=} \\ \sigma \end{array} \text{C}$
৩। অ্যালকাইন	$\text{CH} \equiv \text{CH}$	ইথাইন	অ্যাসিটিলিন	$\text{R}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}$ $\text{R}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{R}$	$-\text{C} \equiv \text{C}-$
৪। অ্যারিন		বেনজিন	বেনজিন	$\text{Ar}-\text{H}$	বেনজিন বলয়
৫। হ্যালোজেনো অ্যালকেন	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{Br}$	ব্রোমো ইথেন	ইথাইল ব্রোমাইড	$\text{R}-\text{X}$ $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$	$\begin{array}{c} | \\ -\text{C}-\text{X} \\ | \end{array}$
৬। অ্যালকোহল	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	ইথানল	ইথাইল অ্যালকোহল	$\text{R}-\text{OH}$	$\begin{array}{c} | \\ -\text{C}-\text{OH} \\ | \end{array}$
৭। ইথার	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ $\text{CH}_3-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$	মিথোক্সি মিথেন মিথোক্সি ইথেন	ডাইমিথাইল ইথার ইথাইল মিথাইল ইথার	$\text{R}-\text{O}-\text{R}$	$\begin{array}{c} | \quad | \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ | \quad | \end{array}$
৮। অ্যালডিহাইড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$	ইথান্যাল	অ্যাসিট্যালডিহাইড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$
৯। কিটোন	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	প্রোপানোন	অ্যাসিটোন	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}- \end{array}$
১০। কার্বক্সিলিক এসিড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	ইথানোয়িক এসিড	অ্যাসিটিক এসিড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$
১১। এস্টার	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	ইথাইল ইথানোয়েট	ইথাইল অ্যাসিটেট	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$
১২। অ্যামাইড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	ইথান্যামাইড	অ্যাসিট্যামাইড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$
১৩। এসিড ক্লোরাইড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{Cl} \end{array}$	ইথানোয়িক ক্লোরাইড	অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{Cl} \end{array}$
১৪। অ্যামিন	CH_3-NH_2	অ্যামিনো মিথেন	মিথাইল অ্যামিন	$\text{R}-\text{NH}_2$	$\begin{array}{c} | \\ -\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$

পরিশিষ্ট-৩

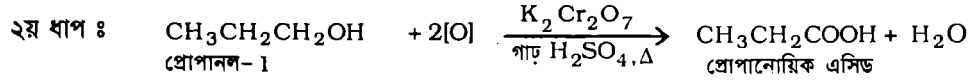
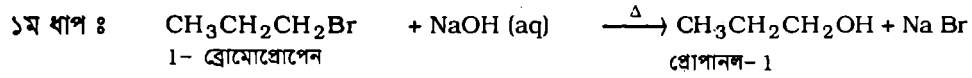
সমগোত্রীয় যৌগের কার্বন শিকল বৃদ্ধি বা হ্রাসকরণ

[ক] কার্বন শিকল বৃদ্ধিকরণ বা আরোহ পদ্ধতি : অ্যালিফেটিক সমগোত্রীয় যৌগের কার্বন শিকল বৃদ্ধির জন্য মাতৃযোগ হল হ্যালোজেনো অ্যালকেন। হ্যালোজেনো অ্যালকেন (RX) ও অ্যালকোহলীয় KCN এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যালকেন নাইট্রাইল (RCN) এর কার্বন শিকলে একটি কার্বন পরমাণু বৃদ্ধি পায়। এছাড়া RX এর সাথে ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্রিনার্ড বিকারক (RMgX) এর সাথে মিথান্যাল (HCHO) এর যুত বিক্রিয়ায় অথবা RMgX এর সাথে CO₂ এর যুত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জৈব যৌগের কার্বন শিকলে একটি কার্বন পরমাণু বৃদ্ধি পায়। নিচের উদাহরণ দ্বারা তা বোঝানো হল।

- ১। ইথানল থেকে (i) প্রোপেন নাইট্রাইল (ii) প্রোপাইল অ্যামিন
(iii) প্রোপানল-1 (iv) প্রোপানোয়িক এসিড।

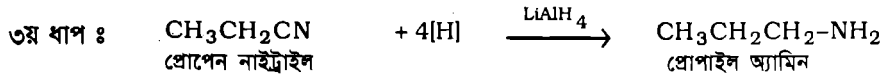
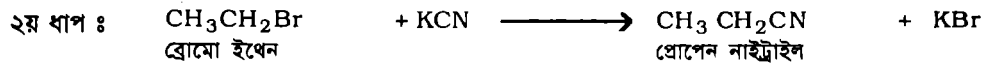
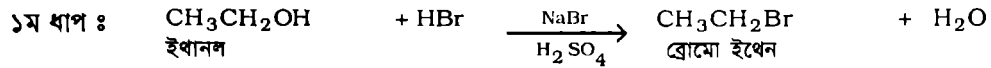


সূত্রাং 1-ব্রোমো প্রোপেনকে প্রথমে জলীয় NaOH ক্ষার সহযোগে উত্তাপে রিফ্লাস্ক করলে প্রোপানল-1 উৎপন্ন হয়। পরে গাঢ় H_2SO_4 ও $K_2Cr_2O_7$ এর মিশ্রণ দ্বারা প্রোপানল-1 এর জারণের ফলে প্রোপানোয়িক এসিড পাওয়া যায়। যেমন -



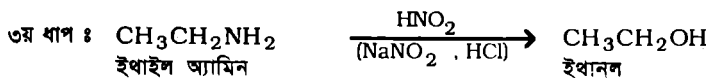
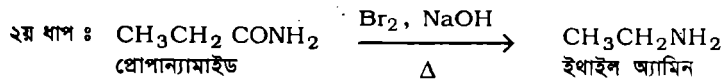
উদাহরণ ২। কিরূপে ইথানলকে প্রোপাইল অ্যামিনে রূপান্তর করা যায়?

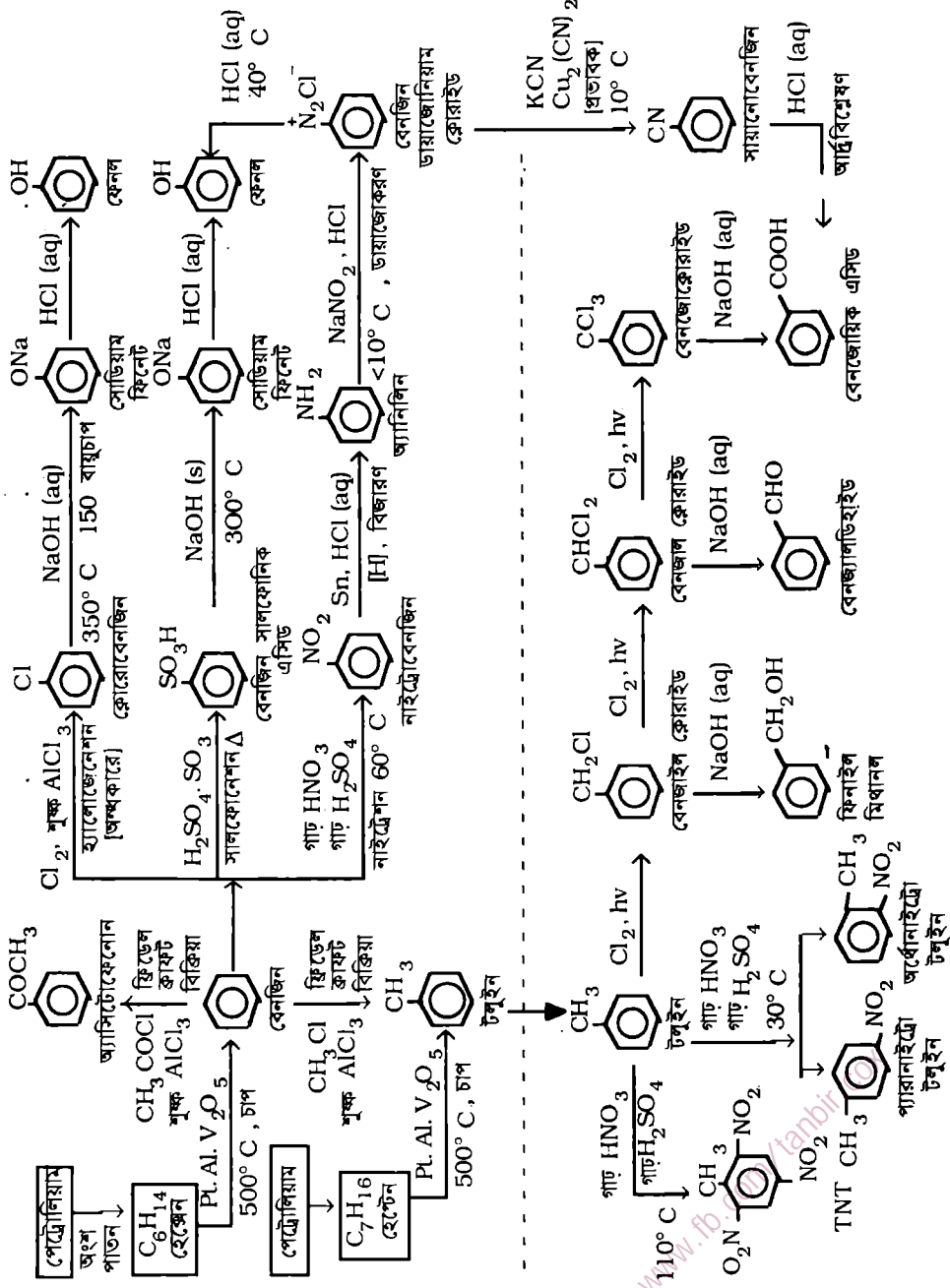
প্রথমে লক্ষণীয় যে, প্রাথমিক যৌগ ইথানল (CH_3CH_2OH) থেকে রূপান্তর টার্গেট যৌগ প্রোপাইল অ্যামিন ($CH_3CH_2CH_2NH_2$) এ একটি কার্বন পরমাণু বৃদ্ধি আছে। এতে বোঝা যায়, ইথানলকে প্রথমে হ্যালোজেনো ইথেন এবং পরে KCN এর সাথে বিক্রিয়া দ্বারা প্রোপেন নাইট্রাইল (CH_3CH_2CN) উৎপন্ন করতে হবে। শেষ ধাপে প্রোপেন নাইট্রাইলকে $LiAlH_4$ দ্বারা বিজারিত করলে টার্গেট যৌগ উৎপন্ন হয়। সূত্রাং তিন ধাপে রূপান্তর করা যাবে।



উদাহরণ ৩। কিরূপে প্রোপানোয়িক এসিডকে ইথানলে রূপান্তর করা যায়?

এক্ষেত্রে প্রাথমিক যৌগ প্রোপানোয়িক এসিড (CH_3CH_2COOH) এবং রূপান্তর প্রাপ্য টার্গেট যৌগ ইথানল (CH_3CH_2OH) এর অণুতে একটি কার্বন পরমাণু হ্রাস পেয়েছে। এতে বোঝা যায়, রূপান্তর প্রক্রিয়ায় কোন এক ধাপে প্রোপান্যামাইড ($CH_3CH_2CONH_2$) এর হফম্যান ডিগ্রেশন ঘটেছে। সূত্রাং প্রথম ধাপে প্রোপানোয়িক এসিডকে প্রোপান্যামাইডে, দ্বিতীয় ধাপে হফম্যান ডিগ্রেশন করে ইথাইল অ্যামিন ($CH_3CH_2NH_2$) এবং তৃতীয় ধাপে অ্যামিনটিকে নাইট্রাস এসিডের সাথে বিক্রিয়া দ্বারা ইথানলে পরিণত করা যাবে।





মডেল প্রশ্ন

বার্ষিক পরীক্ষা-২০১২ বা নির্বাচনি পরীক্ষা-২০১৩

রসায়ন-২য়পত্র : (সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ + বহুনির্বাচনি প্রশ্ন)

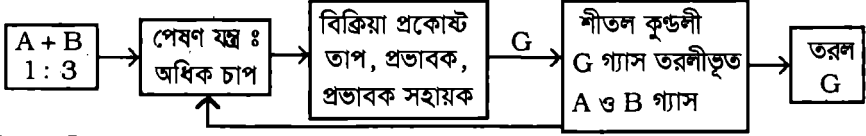
সময় : (২ ঘন্টা + ৩৫ মিনিট) = ২ ঘন্টা ৩৫ মিনিট

পূর্ণমান : (৪০ + ৩৫) = ৭৫ ; বিষয় কোড :

১	৭	৭
---	---	---

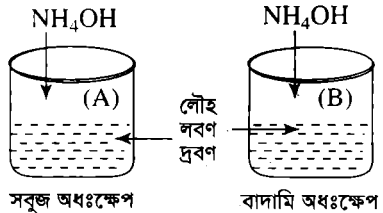
ক-বিভাগ : সৃজনশীল কাঠামোবন্ধ প্রশ্ন : ৬টি প্রশ্ন থেকে যে কোন ৪টি প্রশ্নের উত্তর দাও। $১০ \times ৪ = ৪০$

১। নিম্নোক্ত প্রবাহ চিত্রে মতে 'G' নামক ক্ষারধর্মী হাইড্রাইড গ্যাসটি বাণিজ্যিকভাবে উৎপাদন করা হয়। এ গ্যাস থেকে নাইট্রিক এসিড ও ইউরিয়া সার উৎপাদিত হয় :

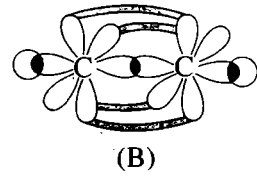
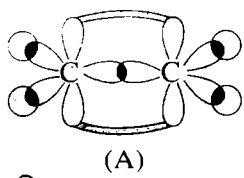


- (ক) অলিয়াম কী? ১
- (খ) নেসলার দ্রবণ কী? এর প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপকের হাইড্রাইড গ্যাসটি সর্বাধিক পরিমাণে উৎপাদনের শর্তসমূহ মূলনীতিসহ আলোচনা কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত এসিডটির স্বর্ণকারের দোকানে পুরানো স্বর্ণালংকার থেকে খাদ দূর করতে ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে এসিডটির ব্যবহার রাসায়নিক বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর। উদ্দীপকের G নামক গ্যাস থেকে ইউরিয়া শিল্পোৎপাদন সংক্ষেপে সমীকরণসহ লেখ। ৪
- ২। 3d-ব্লকভুক্ত আটটি অবস্থান্তর ধাতু আছে। এরূপ নামকরণের কারণ হল তাদের বিশেষ ধর্ম যেমন পরিবর্তনশীল জারণ-অবস্থা, রঙিন যৌগ গঠন, জটিল আয়ন সৃষ্টি ও প্রভাবন ক্ষমতা। নিচের দৃশ্যকল্প পরীক্ষাটি এর দুটি ধর্ম প্রমাণ করে।

- (ক) লিগ্যান্ড কী? ১
- (খ) হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ সমীকরণ লেখ। একই পদ্ধতিতে ফ্লোরিন প্রস্তুত করা যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকের 'A' ও 'B' পাত্রে লৌহ লবণের নাম ও সংকেত লেখ। উভয় প্রকার লবণের পারস্পরিক রূপান্তর সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, লৌহ লবণের ক্ষেত্রে অবস্থান্তর ধাতুর যে দুটি বিশেষ ধর্ম প্রকাশ পেয়েছে তা তোমার মতে ব্যাখ্যা কর। ৪

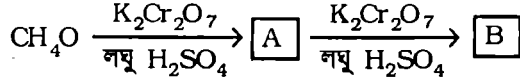


৩। নিচের দৃশ্যকল্প উদ্দীপকটি মনোযোগ সহকারে অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোতে তা প্রয়োগ কর :



- (ক) পোলার যৌগ কী? ১
- (খ) উদ্দীপকের (A) ও (B) যৌগের দুটিতে C পরমাণুর কোন্ শ্রেণীর সংকরণ ঘটেছে? উভয়ের বন্ধন কোণের কীরূপ পরিবর্তন ঘটেছে? ২
- (গ) উদ্দীপকের চিত্রে মতে, উভয় যৌগের পরীক্ষাগারে প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, উভয় যৌগে পাই (π) বন্ধনের সংখ্যা নির্ধারক একটি পরীক্ষা ব্যাখ্যাসহকারে লেখ। উভয় যৌগের পার্থক্য নির্ণয়কারী পরীক্ষা দ্বারা কোন্টি অম্লধর্মী হবে, তা ব্যাখ্যা কর। ৪

৪। নিচের উদ্দীপকটি মনোযোগসহকারে অণুধাবন করে সর্বাধিক প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



- (ক) ফরমালিন কী? ১
- (খ) কার্বলিক এসিড কী? এর গাঠনিক সংকেত ও দুটি ব্যবহার লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপকের বিক্রিয়া দুটি উৎপাদের নামসহ লেখ। উৎপাদ A থেকে কীরূপে বাতজ্বরের ঔষধ প্রস্তুত করা যায়? ৩
- (ঘ) উদ্দীপক মতে, A ও B যৌগে কার্যকরী মূলক চিহ্নিত কর। কোন্ যৌগটিতে একাধিক কার্যকরী মূলকের ধর্ম প্রকাশ পায়, তা প্রমাণের জন্য দুটি করে চারটি বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর। ৪
- ৫। বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতির উদ্দেশ্যে গাঢ় HCl এসিডে দ্রবীভূত অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনের সাথে সোডিয়াম নাইট্রাইট দ্রবণ যোগ করা হল। কিন্তু কাজিখত উৎপাদটি পাওয়া গেল না; বরং প্রাপ্ত উৎপাদটিকে ঠাণ্ডা করলে বর্ণহীন কেলাসাকার কঠিন পদার্থ পাওয়া গেল।
- (ক) পেপটাইড বন্ধন কী? ১
- (খ) বলয় পরীক্ষা কী? এ পরীক্ষাটি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ২
- (গ) উদ্দীপকের কেলাসাকার কঠিন পদার্থটিকে বিক্রিয়ার সমীকরণসহ শনাক্ত কর। এ যৌগের শনাক্তকরণের একটি পরীক্ষা লেখ। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকের কাজিখত উৎপাদটি না পাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। কাজিখত উৎপাদ থেকে কীরূপে বেনজোয়িক এসিড পাওয়া যায়, তা সমীকরণসহ লেখ। ৪
- ৬। বায়ো অণু হল পলিস্যাকারাইড, প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিড। এদের মনোমার হল গ্লুকোজ, অ্যামাইনো এসিড ও নিউক্লিওটাইড। গ্লুকোজের দহনে 40% C, 6.7% H পাওয়া গেল; এর আণবিক ভর জানা গেল 180। বিজ্ঞানী বেয়ার প্রমাণ করেন যে, গ্লুকোজ অণুতে -OH ও -CHO মূলক আছে। গ্লুকোজ অণু পাইরানোজ চক্র দ্বারা α -গ্লাইকোসাইড বন্ধনে স্টার্চ গঠন করে। অপরদিকে নিউক্লিক এসিডে রাইবোজ সুগার ফিউরানোজ চক্রাকারে থাকে।
- (ক) ডায়াজো বিক্রিয়া কী? ১
- (খ) এনজাইম বলতে কী বুঝ? এর দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ। ২
- (গ) উদ্দীপক মতে, α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলতে কী বুঝ? α -D গ্লুকোজের পাইরানোজ চক্র এবং নিউক্লিক এসিডদ্বয়ের রাইবোজ সুগারের ফিউরানোজ চক্র অংকন কর। ৩
- (ঘ) উদ্দীপকের ডাটা থেকে গ্লুকোজের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। তোমার নির্ণীত আণবিক সংকেত অনুসারে বিজ্ঞানী বেয়ার-এর পরীক্ষা কাজ অনুসরণ করে গ্লুকোজের সরল শিকল গঠন প্রতিষ্ঠা কর। ৪

সতীর্থ অধ্যাপক কর্তৃক MCG প্রণয়নের সুবিধার্থে : ৩৫টি প্রশ্নের মধ্যে :

জ্ঞান + অনুধাবন = (১৪+১১)=২৫টি (৯০%); প্রয়োগ + উচ্চতর দক্ষতা = (৭+৩) = ১০টি (৩০%)

অধ্যায় :	১ম	২য়	৩য়	৪র্থ	৫ম	৬ষ্ঠ	৭ম	৮ম	৯ম	১০ম	১১শ	১২শ	মোট প্রশ্ন
জ্ঞানমূলক প্রশ্ন :	২	১	১	১	২	১	১	১	১	১	১	১	১৪টি
অনুধাবনমূলক :	১	১	১	১	১	১	১	১	১	১	১		১১টি
প্রয়োগমূলক :	১	১	১		১		১	১	১				৭টি
উচ্চতর দক্ষতা :	১				১				১				৩টি

কৃতজ্ঞতা স্বীকার : শিক্ষামন্ত্রণালয় কর্তৃক আয়োজিত রসায়ন বিষয়ে সৃজনশীল প্রশ্ন প্রনয়ন প্রকল্পে প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত মাস্টার ট্রেইনার মি. প্রবীর কুমার পাল, সহকারী অধ্যাপক, আলমডাঙ্গা মহিলা ডিগ্রী কলেজ, চুয়াডাঙ্গা, তাঁর অর্জিত জ্ঞানকে যথাযথ ব্যবহার করে সহকর্মীদের সুবিধার্থে ও পাঠ্যপুস্তকের সৃজনশীল প্রশ্নের মানোন্নয়নে অধ্যায়ভিত্তিক কিছু সৃজনশীল কাঠামোবান্ধ ও বহুনির্বাচনি প্রশ্ন পাঠিয়েছেন। এতে, তাঁর পেশাভিত্তিক অনন্য দায়িত্ববোধ প্রকাশ পেয়েছে। এ সব প্রশ্ন থেকেই কিছু পরিমার্জনসহ এ মডেল প্রশ্ন সংযোজন করা হল। তাঁর স্বেচ্ছা প্রণোদিত এ কাজের জন্য জানাই কৃতজ্ঞতা এবং অধ্যাপনা জীবনে তাঁর উত্তরোত্তর সাফল্য কামনা করি বিভূপদে।

লেখক ও প্রকাশক।

রোল নম্বর :

খ-বিভাগ : সৃজনশীল বহুনির্বাচনী প্রশ্ন :

প্রাপ্ত নম্বর :

সময় : ৩৫ মিনিট ; পূর্ণমান : ৩৫

বিশেষ দ্রষ্টব্য : এ প্রশ্নের ক্রমিক নম্বরের বিপরীতে প্রদত্ত উদ্দীপকের (ক), (খ), (গ), (ঘ) বর্ণ সম্বলিত তথ্য থেকে সঠিক উত্তরটি বেছে নিয়ে সর্বাধিক বৃত্তটি কালো বল পয়েন্ট কলম দ্বারা সম্পূর্ণ ভরাট কর। প্রতিটি প্রশ্নের মান হল ১। সকল প্রশ্নের উত্তর দিতে হবে। উল্লেখ্য একই প্রশ্নে একাধিক বৃত্ত ভরাট করলে ঐ উত্তরটি বাতিল গণ্য হবে।

১। কোনটিকে ল্যাক্স গ্যাস বলা হয়?

(ক) NO

(খ) N₂O(গ) NO₂(ঘ) N₂O₃

২। TSP এর সংকেত কোনটি?

(ক) Ca(H₂PO₄)₂(খ) Ca(HPO₄)(গ) 2Ca(H₂PO₄)₂(ঘ) 3Ca(H₂PO₄)₂৩। SO₂ এর রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য হল :

(i) অম্লধর্মী অক্সাইড; (ii) এটি একটি বিজারক; (iii) শূক্ষ অবস্থায় বিরঞ্জক; নিচের কোনটি সঠিক?

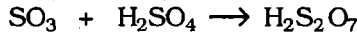
(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (i) ও (iii)

(ঘ) (i), (ii) ও (iii)

নিচের উদ্দীপকের ভিত্তিতে ৪নং ও ৫নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৪। উৎপাদ যৌগটির রাসায়নিক নাম কী?

(ক) অলিয়াম,

(খ) পাইরোসালফিউরিক এসিড,

(গ) সালফান

(ঘ) রাজসল,

৫। SO₃ এর রাসায়নিক পরিচয় হল :

(i) পানিগ্রাহী কঠিন কেলাসাকার পদার্থ; (ii) অম্লধর্মী ও এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড; (iii) একটি শক্তিশালী জারক; নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (i) ও (iii)

(ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৬। ফ্রিয়ন-12 এর সংকেত কোনটি?

(ক) CF₃Cl(খ) CCl₂F₂(গ) CFCl₃(ঘ) C₂H₄Cl₂

৭। কীটনাশক ও ইদুর মারার বিষ হিসেবে ব্যবহৃত হয় কোনটি?

(ক) C₃H₇Br(খ) C₂H₅Br(গ) CH₃Br(ঘ) CCl₃Br

৮। সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ দ্বারা কোন আয়নটি শনাক্তকরণ সম্ভব নয়?

(ক) ফ্লোরাইড

(খ) ক্লোরাইড

(গ) ব্রোমাইড

(ঘ) আয়োডাইড

৯। পারক্লোরিক এসিডের বেলায় প্রযোজ্য তথ্য হল :

(i) Cl-এর জারণ সংখ্যা +7; (ii) ৩য় শক্তিস্তরে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল নেই; (iii) অতি তীব্র অক্সো এসিড; নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) (i) ও (ii)

(খ) (ii) ও (iii)

(গ) (i) ও (iii)

(ঘ) (i), (ii) ও (iii)

১০। কোনটি আয়নের আকরিক?

(ক) মিলিরাইট,

(খ) ম্যালাকাইট,

(গ) ক্যালামাইন,

(ঘ) লিমোনাইট,

১১। ডাক্তারী সার্জিক্যাল যন্ত্রপাতি প্রস্তুতি নিচের কোনটি ব্যবহৃত হয়?

(ক) নিকেল ইস্পাত,

(খ) ম্যাঙ্গানিজ ইস্পাত,

(গ) মরিচাহীন ইস্পাত,

(ঘ) কোবাল্ট ইস্পাত,

১২। [Fe(CN)₆]⁴⁻ আয়নে Fe পরমাণুর জারণ সংখ্যা ও সন্নিবেশ সংখ্যা কত?

(ক) +2, 4;

(খ) +2, 6;

(গ) -4, 4;

(ঘ) -3, 6

- ১৩। $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ আয়নের জ্যামিতিক গঠন আকৃতি ও Cu^{2+} আয়নের সংকরণ কোন্টি?
 (ক) sp^2d , সমতলীয় বর্গাকার; (খ) sp^2d , অষ্টতলকীয়;
 (গ) dsp^2 , চতুস্তলকীয়; (ঘ) dsp^2 , বর্গাকার;
- ১৪। তিনভাগ ভরের Cr_2O_3 এর সাথে একভাগ ভরের Al গুড়া মিশালে ঐ মিশ্রণকে কী বলে?
 (ক) ক্রোমাইট (খ) থারমিট, (গ) ক্রোমওকোর, (ঘ) অ্যালুমাইট
- ১৫। কোন্টিকে হেটারোসাইক্লিক যৌগ নয় ?
 (ক) ফিউরান (খ) থায়োফিন (গ) ন্যাফথ্যালিন (ঘ) পিরিডিন
- ১৬। C_5H_{12} সংকেতের সম্ভাব্য সমাণু সংখ্যা কয়টি?
 (ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 5
- ১৭। কোন্টিকে ইলেকট্রোফাইল বিকারক হবে?
 (ক) NH_3 (খ) H_2O (গ) R-OH (ঘ) AlCl_3
- ১৮। অ্যাসিটিলিন অণুতে মোট সিগমা ও পাই বন্ধনের সংখ্যার অনুপাত কত?
 (ক) 2:2 (খ) 2:3 (গ) 3:2 (ঘ) 3:3
- ১৯। প্রোপ-ডাই-ইন যৌগে কার্বন পরমাণুগুলোর অরবিটাল সংকরণের ধরণ হল-
 (i) sp^3 সংকরণ, (ii) sp^2 সংকরণ, (iii) sp^3 সংকরণ
 নিচের কোন্টি সঠিক হবে?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ২০। বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারীমূলক কোন্টি?
 (ক) $-\text{CH}_3$ (খ) $-\text{OH}$ (গ) $-\text{NH}_2$ (ঘ) $-\text{SO}_3\text{H}$
- ২১। অ্যারোমেটিক যৌগে সঞ্চরণশীল পাই (π) ইলেকট্রন সংখ্যা কয়টি থাকে?
 (ক) $(2n + 2)$ (খ) $(3n + 2)$ (গ) $(4n + 2)$ (ঘ) $(2n + 4)$
- ২২। ওজোন সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে নিম্নোক্ত যৌগে-
 (i) অ্যালকিনে (ii) অ্যালকাইনে (iii) বেনজিনে
 নিচের কোন্টি সঠিক?
 (ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)
- ২৩। নন-স্টিকিং রান্নার প্যান-এ কিসের আবরণ বা কোটিং দেয়া থাকে?
 (ক) পিভিসি (খ) পলিস্ট্যারিন (গ) টেফলন (ঘ) PVA
- ২৪। জ্বালানি তেলের অক্টেন নাম্বার বৃদ্ধি পায়; কোন্টি মেশালে-
 (ক) টেট্রা মিথাইল লেড (খ) টেট্রাক্লোরো লেড (গ) CCl_4 (ঘ) CF_4
- ২৫। উর্টজ ফিটিং বিক্রিয়া নিচের কোন্টি?
 (ক) $\text{RX} + 2\text{Na} + \text{RX} \xrightarrow{\text{ইথার}} \dots + \dots$
 (খ) $\text{RX} + \text{Mg} \xrightarrow{\text{ইথার}} \dots + \dots$
 (গ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{X} + 2\text{Na} + \text{RX} \xrightarrow{\text{ইথার}} \dots + \dots$
 (ঘ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{X} + \text{Mg} \xrightarrow{\text{ইথার}} \dots + \dots$
- ২৬। বেনজিনে দ্বিবন্ধন বা পাই (π) বন্ধন সংখ্যা নির্ণয়ের বিক্রিয়াগুলো হল -
 (i) Ni-প্রভাবকের উপস্থিতিতে H_2 সংযোজন; (ii) ওজোন সংযোজন, (iii) উজ্জ্বল সূর্যালোকে Cl_2 সংযোজন;

নিচের কোন্টি সঠিক?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

২৭। কীটনাশক রূপে কোন্টির ব্যবহার আন্তর্জাতিকভাবে নিষিদ্ধ করা হয়েছে?

(ক) গ্যামেথ্রিন (খ) ডিডিটি (গ) এলড্রিন (ঘ) ডিলড্রিন

২৮। কোন্টি গ্রীন্ হাউজ গ্যাস নয়?

(ক) CFC (খ) CO₂ (গ) N₂O (ঘ) N₂

২৯। কোন্ বিক্রিয়াটি ক্লোরোফরম শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়?

(ক) হ্যালোফরম, (খ) কার্বিল অ্যামিন, (গ) লিবারম্যান, (ঘ) রাইমার টাইম্যান,

৩০। গ্রিগনার্ড বিকারকের সংকেত হল-

(i) R-MgX, (ii) -MgX, (iii) R-MgOX,

নিচের কোন্টি সঠিক?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৩১। ফেনল থেকে স্যালিসাইলিক এসিড প্রস্তুতির বিক্রিয়ার নাম হল-

(ক) কোব বিক্রিয়া, (খ) কাপলিং বিক্রিয়া, (গ) পার্কিন বিক্রিয়া (ঘ) লিবারম্যান বিক্রিয়া

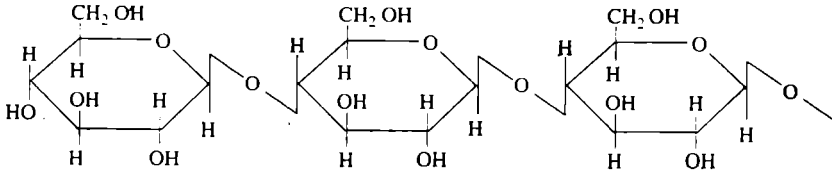
৩২। কার্বনাইল যৌগকে জিংক-অ্যামালগাম ও গাঢ় HCl এর বিক্রিয়ায় হাইড্রোকার্বন তৈরির বিক্রিয়ার নাম হল-

(ক) উর্টজ ফিটিং (খ) ক্লিমেনসন (গ) ক্যানিজারো (ঘ) গ্রিগনার্ড

৩৩। CH₃-CON(CH₃)₂ যৌগটির নাম কী?

(ক) N, N- ডাইমিথাইল ইথান্যামাইড, (খ) N, N- ডাইমিথাইল প্রোপান্যামাইড,
(গ) N, N- ডাই মিথাইল কিতোন, (ঘ) অ্যাসিটো ডাই মিথাইল অ্যামিন,

নিচের উদ্দীপকের গঠনটি লক্ষ্য কর এবং সর্শ্লিষ্ট তথ্যভিত্তিক ৩৪ নং ও ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।



৩৪। উদ্দীপকটি দ্বারা কোন্ যৌগের গঠন প্রকাশ পায়?

(ক) স্টার্চ (খ) সেলুলোজ (গ) অ্যামাইলোজ (ঘ) অ্যামাইলো পেক্টিন

৩৫। উদ্দীপক সর্শ্লিষ্ট তথ্যসমূহ হল :

(i) হেটারো ষড়ভুজটিকে পাইরানোজ চক্র বলে; (ii) এক্ষেত্রে β- গ্লাইকোসাইড বন্ধন ঘটেছে;

(ii) C₁ ও C₅ এর মধ্যে বন্ধনটি ঘটেছে;

নিচের কোন্টি সঠিক?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

MCQ এর উত্তরমালা : ১। খ, ২। ক, ৩। ক, ৪। খ, ৫। ঘ, ৬। খ, ৭। গ, ৮। ক, ৯। ঘ, ১০। ঘ, ১১। গ, ১২। খ, ১৩। ক, ১৪। খ, ১৫। গ, ১৬। খ, ১৭। ঘ, ১৮। গ, ১৯। ক, ২০। ঘ, ২১। গ, ২২। ঘ, ২৩। গ, ২৪। ক, ২৫। গ, ২৬। গ, ২৭। খ, ২৮। ঘ, ২৯। খ, ৩০। ক, ৩১। ক, ৩২। খ, ৩৩। ক, ৩৪। খ, ৩৫। ক,

বিভিন্ন বোর্ডের প্রশ্নপত্র

রসায়ন (ভর্ত্বীয়)—বিভীীয় পত্র

সময়— ৩ ঘণ্টা; পূর্ণমান— ৭৫

[দ্রষ্টব্য : দক্ষিণ পার্শ্ব সংখ্যা প্রশ্নের পূর্ণমান জ্ঞাপক।]

ঢাকা বোর্ড—২০১২

ক-বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) নাইট্রিক এসিড প্রস্তুতির জন্য অস্ওয়াল্ড পদ্ধতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪
 (খ) উদাহরণসহ মার্কিনিকত সূত্র লেখ। ৩
 (গ) ব্যাখ্যা কর, সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল না। ৪
 (ঘ) সমীকরণসহ দেখাও : (i) P_2O_5 একটি নিরুদক এবং (ii) H_2S একটি বিজারক। $২ + ২ = ৪$
- ২। (ক) কেল থেকে আয়োডিনের শিখ উৎপাদন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) জ্যামিতিক সমাপ্ততার শর্তসমূহ লেখ। ৩
 (গ) বিরঞ্জক হিসেবে SO_2 এবং Cl_2 এর তুলনা কর। ৪
 (ঘ) ঢাকা লেখ : (i) রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া; (ii) P. V. C. $২ + ২ = ৪$
- ৩। (ক) সমীকরণসহ কপার ম্যাট থেকে ক্রিস্টার কপার নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) দ্রবণে NO_3^- মূলক শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (গ) F এর জারণ মান স্থির কিন্তু Cl এর জারণ মান পরিবর্তনশীল কেন? ব্যাখ্যা কর। ৪
 (ঘ) কীভাবে পাবে সমীকরণসহ লেখ : $২ + ২ = ৪$
 (i) বেনজিন থেকে টলুইন; (ii) ইথিন থেকে ইথেন-১, ২-ডাইঅল।
- ৪। (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) ঢাকা লেখ : (i) স্যাডমেরার বিক্রিয়া; (ii) হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া
 (গ) শ্বেত ফসফরাস ও লোহিত ফসফরাস এর পারস্পরিক পরিবর্তন লেখ। ৩
 (ঘ) বিভিন্ন অবস্থায় টলুইনের সঙ্গে Cl_2 এর বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৪
- ৫। (ক) ইথানল থেকে ক্লোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৪
 (খ) সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্যসহ N ও P এর ধর্মের তুলনা কর। ৪
 (গ) C. F. C কী? ইহা কীভাবে ওজোনস্তর ধ্বংস করে? ৩
 (ঘ) CH_3COOH থেকে কীভাবে ইথানয়িক অ্যানহাইড্রাইড ও ইথানল পাওয়া যায় সমীকরণসহ লেখ। $২ + ২ = ৪$
- ৬। (ক) কিউমিন থেকে ফেনল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) দেখাও, D-গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি।
 (গ) ক্লোরোফরম শনাক্তকারী পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ক্লোরোফরম-এর দুটি ব্যবহার লেখ। $৩ + ১ = ৪$
 (ঘ) কার্বন-কার্বন একক বন্ধন অপেক্ষা কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের বন্ধন-দৈর্ঘ্য ছোট হয় কেন? ৪

খ-বিভাগ—সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) দুইটি বিক্রিয়ার সাহায্যে দেখাও HI একটি বিজারক। ৩
 (খ) উটজ বিক্রিয়া কী? ২
 অথবা, (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিচের যৌগগুলোর নাম লেখ : ৩
 (i) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-N(CH_3)_2$;
 (ii) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-COOH$; (iii) $CH_3-C(CH_3)=CH_2$.
 (খ) গাঠনিক সংকেত লেখ : ৪
 (i) α -D গ্লুকোজ; (ii) β -D রাইবোজ। ২
- ৫। (ক) প্রোটিন কাকে বলে? এর গুরুত্ব লেখ। ৩
 (খ) সংকেত লেখ : ৪
 (i) কপার পাইরাইটস; (ii) ক্যালামাইন। ২
 অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৩
 (খ) সাগফান কী? ২
- ৬। (ক) ফেরাস ও ফেরিকের আয়নের পারস্পরিক পরিবর্তন লেখ। ৩
 (খ) সংকেত লেখ : ৪
 (i) এসিড অ্যামাইড মূলক; (ii) এস্টার মূলক। ২
 অথবা, (ক) উদাহরণসহ sp^3 সংকরায়ন আলোচনা কর। ৩
 (খ) কোব বিক্রিয়া কী? ২
- ৭। (ক) NH_4^+ শনাক্তকারী পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (খ) অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয়কারী একটি বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ২
 অথবা, (ক) মিথাইল অ্যামিন অপেক্ষা ইথাইল অ্যামিন অধিক ক্ষারধর্মী কেন? ৩
 (খ) তেল ও চর্বি মध्ये দুইটি পার্থক্য লেখ। ২
- ৮। (ক) অকটেন সংখ্যা কী? অকটেন সংখ্যা বৃষ্টির একটি পদ্ধতি লেখ। $১ + ২ = ৩$
 (খ) ফরমালিন কী? ২
 অথবা, (ক) যুগলয়ন বিক্রিয়া কী? এর ব্যবহার লেখ। ৩
 (খ) দ্রবণে Cl-আয়ন শনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- ৯। সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : $১ \times ৫ = ৫$
 (i) $CuSO_4(aq) + KI(aq) \longrightarrow ?$
 (ii) $Cu(s) + HNO_3(vap.) \longrightarrow ?$
 (iii) $NaBr + H_2SO_4(conc.) \xrightarrow{\Delta} ?$
 (iv) $(CH_3COO)_2Ca + (HCOO)_2Ca \xrightarrow{পাতন} ?$
 (v) $CH_3CN + H_2O \xrightarrow[\Delta]{HCl} ?$
- অথবা, (ক) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয়কারী একটি বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৩

(খ) কীভাবে CO মূলককে CH_2 মূলককে পরিণত করা যায়? ২

কুমিল্লা বোর্ড-২০১২

ক-বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

১। (ক) কেবল কী কী কেবল থেকে আয়োডিনের শিল্পোৎপাদন প্রণালী বর্ণনা কর। ১ + ৪ = ৫

(খ) পরীক্ষাগারে কীভাবে ইথাইন প্রস্তুত করবে? ৪

(গ) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ সংকেত দ্বারা প্রকাশিত সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। ৩

(ঘ) নিম্নলিখিত যৌগগুলোর সংকেত লেখ : ৩

- (i) ট্রিপল সুপার ফসফেট; (ii) ক্লিটিক পাউডার;
(iii) পেটাল্যানডাইট।

অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে কীভাবে বিশুদ্ধ আয়োডোমিথেন প্রস্তুত করা হয়? ৫

(খ) স্পর্শ প্রণালীতে সালফিউরিক এসিড তৈরির মূলনীতি বর্ণনা কর। ৪

(গ) শ্বেত ফসফরাস ও লোহিত ফসফরাসের পারস্পরিক রূপান্তর দেখাও। ৩

(ঘ) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নের যৌগগুলোর নাম লেখ : ৩

- (i) $\text{Cl}_3\text{C} - \text{NO}_2$;
(ii) $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH} - \text{CH}_3$;



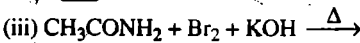
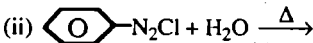
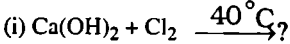
(iii) 

২। (ক) হেয়ার প্রণালীতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তসমূহ আলোচনা কর। ৫

(খ) লবু তৈল থেকে বিশুদ্ধ বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪

(গ) রাজ অম্ল কী? রাজ অম্লে স্বর্ণ দ্রবীভূত হয় কেন? ৩

(ঘ) নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলো পূর্ণ কর : ৩



অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ এনিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৫

(খ) পরীক্ষাগারে ক্রমাগত হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস কীভাবে প্রস্তুত করা হয়? ৪

(গ) ইথান্যাল অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করলেও বেনজ্যালডিহাইড তা করে না—ব্যাখ্যা কর। ৩

(ঘ) নিম্নের যৌগগুলোর কার্যকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ : ৪

- (i) অ্যামাইড; (ii) এস্টার; (iii) অ্যামিন।

৩। (ক) মড পদ্ধতিতে খাতব নিকেল উৎপাদন বর্ণনা কর। ৫

(খ) রূপান্তর কর : ইথানয়িক এসিড হতে—(i) অ্যাসিট্যামাইড; (ii) ইথাইল ইথানোয়েট। ২+২ = ৪

(গ) সোয়েটজার বিকারক কী? ইহা কী কাজে লাগে? ৩
(ঘ) অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ৩
অথবা, (ক) লৌহ নিষ্কাশনে বাত্যাচুল্লিতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ সমীকরণসহ লেখ। ৫

(খ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ প্রোপানোন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪

(গ) জিংক অক্সাইড একটি উভধর্মী অক্সাইড—ব্যাখ্যা কর। ৩
(ঘ) স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ। ৩

খ বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

৪। (ক) নাইট্রোজেন NCl_5 গঠন করে না কিন্তু ফসফরাস PCl_5 গঠন করে—ব্যাখ্যা কর। ৩

(খ) ফেনল ও অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয়ের একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর। ২

অথবা, (ক) সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল অথচ H_2S গ্যাস—ব্যাখ্যা কর। ৩

(খ) হেজামিন কী? এর একটি ব্যবহার লেখ। ৩

৫। (ক) কোন কার্বনিল যৌগ এলডিহাইড না কিটোন তা কীভাবে বুঝবে? ৩

(খ) CuSO_4 এর জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী কেন? ২

অথবা, (ক) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ অপেক্ষা CH_3NH_2 তীব্র ক্ষারক—ব্যাখ্যা কর। ৩

(খ) Zn-কে অবস্থান্তর মৌল বলা হয় না কেন? ৩

৬। (ক) কপার পিরাইট হতে কপার নিষ্কাশন দুরূহ—ব্যাখ্যা কর। ৩

(খ) পরীক্ষাগারে কার্বজিলিক মূলক কীভাবে শনাক্ত করবে? ২

অথবা, (ক) দ্রবণে NO_3^- আয়ন এর পরীক্ষা সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৩

(খ) তৈল ও চর্বি কী? ৩

৭। (ক) এনজাইম কী? এনজাইম এর দু'টি বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। ৩

(খ) দেখাও যে, HI একটি বিজারক। ২

অথবা, (ক) প্রোটিন কী? এর দু'টি গুরুত্ব লেখ। ৩

(খ) শিখা পরীক্ষায় গাড় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ৩

৮। (ক) SO_2 ও Cl_2 এর বিরাজন ক্রিয়ার পার্থক্য লেখ। ৩

(খ) কার্বন চতুর্ভোজী—উক্তিটি ব্যাখ্যা কর। ২

অথবা, (ক) H_2S প্রস্তুতিতে FeS এর সাথে গাড় HNO_3 ব্যবহার হয় না কেন? ৩

(খ) পেপটাইড বন্ধন বলতে কী বোঝায়? ৩

৯। (ক) বেনজিনের অসম্পূর্ণতা বিশেষ ধরনের—ব্যাখ্যা কর। ৩



(খ) দৌহের দু'টি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। ২

অথবা, (ক) মুক্ত মূলক কী? এর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। ১+২ = ৩


(খ) CFC কীভাবে ওজোন স্তরকে ক্ষয় করে? ২

রাজশাহী বোর্ড-২০১২

ক-বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক এসিডের শিল্পোৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথান প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (গ) জ্বালানি তেলের অক্টেন নাম্বার বৃদ্ধির দুটি উপায় বর্ণনা কর। ২ + ২ = ৪
 (ঘ) সোহিত ও খেত ফসফরাসের পারস্পরিক পরিবর্তন বর্ণনা কর। ৩
 অথবা, (ক) হেবার প্রণালীতে সর্বোচ্চ অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তাবলি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) আলকাতরা থেকে ফেনল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (গ) বেনজিন নাইট্রেশন বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা কর। ৪
 (ঘ) ইথানয়িক এসিড অপেক্ষা ক্লোরোইথানয়িক এসিড অধিক শক্তিশালী কেন? ৩
 ২। (ক) বাত্যাচুল্লিতে ঢালাই লৌহ নিষ্কাশনের সময় সংঘটিত বিক্রিয়াগুলো বর্ণনা কর। ৩
 (খ) কোল গ্যাস হতে বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (গ) দেখাও যে :
 (i) HI একটি বিজারক;
 (ii) গাঢ় H₂SO₄ একটি নিরুদ্ধক। ২ + ২ = ৪
 (ঘ) নাইট্রোজেন নিষ্ক্রিয় মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয় কেন? ৩
 অথবা, (ক) ব্রিস্টার কপার কী? ব্রিস্টার কপারের তড়িৎ বিশোধন বর্ণনা কর। ১ + ৩ = ৪
 (খ) পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম-ক্লোরাইড প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (গ) ১০°, ২০°, ৩০° অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (ঘ) টীকা লেখ :
 (i) উর্টজ-ফিটিগ বিক্রিয়া;
 (ii) উইলিয়ামসন বিক্রিয়া। ২ + ২ = ৪
 ৩। (ক) পরীক্ষাগারে ক্রমাগত সরবরাহের জন্য H₂S গ্যাস প্রস্তুতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
 (খ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথান্যাল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (গ) বিক্রিয়া পূর্ণ কর : ৪
 (i) CH₃CH₂Br + KOH (aq.) →
 (ii)  + CH₃I + $\frac{\text{অনান্দ্র}}{\text{AlCl}_3}$?
 (iii)  N₂Cl + Cu₂Br₂ $\xrightarrow{\text{HBr}}$?
 (iv) HNO₃ + P₂O₅ → ?
 (ঘ) বেনজিনে তিনটি দ্বিবন্ধন-এর উপস্থিতি কীভাবে প্রমাণ করবে? ৩
 অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ আয়োডোমিথেন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) পাইরোলিগনাস এসিড হতে অ্যাসিটিক এসিড প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (গ) মণ্ডের পদ্ধতিতে নিকেল নিষ্কাশন বর্ণনা কর।
 (ঘ) টীকা লেখ : (i) কার্বানায়ন; (ii) সমগোত্রীয় শ্রেণী।


খ-বিভাগ—সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) রাজ-অম্ল কী? স্বর্ণ এতে কীভাবে দ্রবীভূত হয়? ১ + ২ = ৩
 (খ) অ্যালকোহল ও ফেনলের মধ্যে একটি পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
 অথবা, (ক) বেনজিনিক এসিড থেকে কীভাবে বেনজিন তৈরি করবে? ৩
 (খ) এনানসিওমার কী? উদাহরণসহ লেখ। ২
 ৫। (ক) IUPAC পদ্ধতির নাম লেখ :
 (i) (CH₃)₃COH;
 (ii) CH₂ = CH — CH = CH₂;
 (iii)  — CH₂ — NH₂.
 (খ) পেপটাইড বন্ধন কী? ২
 অথবা, (ক) বেনজিন চক্র-NO₂ মূলক মেটা নির্দেশক—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) C₆H₄Br₂ সংকেত দ্বারা দুইটি সমাগুর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
 ৬। (ক) RNA ও DNA এর তিনটি পার্থক্য লেখ। ৩
 (খ) অ্যানিলিন কার্বার্মী—ব্যাখ্যা কর। ২
 অথবা, (ক) কী ভাবে অ্যাসিটালডিহাইড হতে ইথানল পাওয়া যায়? ৩
 (খ) মিথাইল অ্যামিন ডায়াজেনিয়াম লবণ গঠন করে না কেন? ৩
 ৭। (ক) NaBr হতে ঘন H₂SO₄ দ্বারা HBr প্রস্তুত করা যায় না কেন? ৩
 (খ) ক্লোরোফরমকে রঙিন বোতলে রাখা হয় কেন? ২
 অথবা, (ক) কার্বজিলিক এসিড কার্বনাইল মূলকের নিউক্লিওফিলিক বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) ফেনল অম্লধর্মী—ব্যাখ্যা কর।
 ৮। (ক) স্টার্স ও সেলুলোজের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ। ৩
 (খ) লেসাইন পরীক্ষায় সোডিয়াম ধাতু ব্যবহার করা হয় কেন? ২
 অথবা, (ক) অ্যাসিটিলিন অম্লধর্মী—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) ইলেকট্রনাকর্ষী ও কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক কী? ৩
 ৯। (ক) সংকেত লেখ : (i) রেড হেমাটাইড; (ii) কেলোমাইন; (iii) মিলিরাইট।
 (খ) সোয়েটজার বিকারক কী? ২
 অথবা, (ক) লৌহের নিষ্ক্রিয়তা কী? এটি কীভাবে দূর করা হয়? ৩
 (খ) গাঠনিক সংকেত লেখ : ১ + ১ = ২
 (i) প্যারাসিটামল; (ii) অ্যাসিটোফেনোল।

যশোর বোর্ড-২০১২

- ১। (ক) কার্বকরী মূলক কী? নিম্নলিখিত যৌগ শ্রেণীর কার্বকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ : ১ + ৩ = ৪
 (i) অ্যামাইড; (ii) অ্যালডিহাইড; (iii) কার্বজিলিক এসিড।
 (খ) অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক এসিড উৎপাদন বর্ণনা কর। ৩
 (গ) সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ : (i) সমগোত্রীয় শ্রেণী; (ii) ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া। ২ + ২ = ৪
 (ঘ) অ্যাকুয়া রেজিয়া কী? এতে স্বর্ণ কীভাবে দ্রবীভূত হয়? ৩

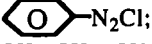
- অথবা, (ক) অলিফিন 'স' কী? পরীক্ষাগারে ইথাইন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। $1 + 3 = 4$
- (খ) স্পেক্টার কী? এর তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতি বর্ণনা কর। 4
- (গ) আলকাতরা থেকে বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। 4
- (ঘ) অবস্থান্তর মৌলসমূহ জটিল যৌগ গঠন করে—ব্যাখ্যা কর। 3
- ২। (ক) ফারমেটেশন কী? স্টার্চ থেকে ফারমেটেশন পদ্ধতিতে ইথানল উৎপাদন বর্ণনা কর। $1 + 3 = 4$
- (খ) প্রোটিন কী? স্টার্চ ও সেলুলোজ—এর মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ। 4
- (গ) সি. এফ. সি. কী? ইহা কীভাবে ওজোন স্তরকে ক্ষয় করে? $1 + 3 = 4$
- (ঘ) বন্ধন দৈর্ঘ্য কী? কার্বন-কার্বন ত্রি-বন্ধন অপেক্ষা কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনের বন্ধন দৈর্ঘ্য বেশি কেন? 3
- অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ প্রোপানোন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। 4
- (খ) অক্সিজেন ও সালফারের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য ধর্মের তুলনামূলক আলোচনা কর। 4
- (গ) কীভাবে প্রস্তুত করবে?—(i) মিথাইল আয়োডাইড হতে ইথানয়িক এসিড; (ii) ইথানয়িক এসিড থেকে ইথান্যামাইড। $2 + 2 = 4$
- (ঘ) কার্বন মৌল অধিক সংখ্যক যৌগ গঠনের কারণ ব্যাখ্যা কর। 3
- ৩। (ক) কপার ম্যাট কী? কপার ম্যাট থেকে কীভাবে ব্রিস্টার কপার পাবে? $1 + 3 = 4$
- (খ) কার্বলিক এসিড কী? ডাউ প্রণালীতে বেনজিন হতে ফেনল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। 4
- (গ) পরীক্ষাগারে ইথানল থেকে ক্লোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। 4
- (ঘ) লুকাশ বিকারকের সাহায্যে কীভাবে 1° , 2° ও 3° অ্যালকোহল এর মধ্যে পার্থক্য করা যায়? 3
- অথবা, (ক) পাইরোলিগনিয়াস এসিড থেকে ইথানয়িক এসিড উৎপাদন বর্ণনা কর। 4
- (খ) ক্লোরিন ও সালফার ডাই-অক্সাইডের বিরঞ্জন ক্রিয়া তুলনা কর। 4
- (গ) ইলেকট্রনাকর্ষী ও কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বলতে কী বুঝ? 4
- (ঘ) কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়ায় কিটোন অপেক্ষা অ্যালডিহাইড অধিক সক্রিয় কেন? 3
- খ-বিভাগ—সর্গক্ষিত-উত্তর প্রশ্ন
- ৪। (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নের যৌগগুলোর নাম লেখ : 4
- (i) $(CH_3)_3C - OH$;
- (ii) $CH \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_2Cl$;
- (iii) $CH_3 - CH(NH_2) - COOH$.
- (খ) পেপটাইড বন্ধন কী? উদাহরণ দাও। 2
- অথবা, (ক) ক্লোরোফরমকে রঙিন বোতলে সংরক্ষণ করা হয় কেন? 3
- (খ) অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা কী? 3
- ৫। (ক) DNA এবং RNA এর মধ্যে পার্থক্যসমূহ লেখ। 3
- (খ) ধাতু নিষ্ক্রিয়তা কী? ইহা কীভাবে দূর করা যায়? $1 + 1 = 2$
- অথবা, (ক) ফসফিন অপেক্ষা অ্যামোনিয়া অধিক ক্ষারকীয় কেন? 3
- (খ) সাবানায়ন বলতে কী বুঝ? 3

- ৬। (ক) নিম্নের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : $1 \times 3 = 3$
- (i)  + Zn \longrightarrow ?
- (ii) $CH_3NH_2 + HNO_2 \longrightarrow ?$
- (iii) $CH_3 - CH = CH_2 + HB_3 \xrightarrow{H_2O_2} ?$
- (খ) ভিনেগার এবং ফরমালিন কী? 2
- অথবা, (ক) দ্রবণে NO_3^- আয়ন কিরূপে শনাক্ত করবে? 3
- (খ) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড কী কী? 2
- ৭। (ক) H_2S গ্যাস প্রস্তুতিতে লঘু H_2SO_4 এর পরিবর্তে লঘু HNO_3 ব্যবহার করা যায় না কেন? 3
- (খ) জৈব যৌগে কার্বক্সিলিক মূলক কিরূপে শনাক্ত করবে? 2
- অথবা, (ক) অরবিটাল সংকরণ কী? কার্বনের sp^3 সংকর অরবিটাল চিত্র অঙ্কন কর। 3
- (খ) এনানসিওমার বলতে কী বুঝ? 3
- ৮। (ক) কাইরাল কার্বন কী? কোন যৌগের আলোক সমাগুতার প্রদর্শনের দৃষ্টি শর্ত লেখ। 3
- (খ) তেল ও চর্বি কী? 2
- অথবা, (ক) কপার পাইরাইট আকরিক থেকে কপার নিষ্কাশন দুইভাবে কেন? 2
- (খ) প্রিগনার্ড বিকারক হতে কিরূপে 2° -অ্যালকোহল পাবে? 3
- ৯। (ক) D-গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি—ব্যাখ্যা কর। 3
- (খ) কিরূপে জলীয় দ্রবণে Zn^{2+} আয়ন শনাক্ত করবে? 2
- অথবা, (ক) নিম্নলিখিত যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : 4
- (i) 4-মিথাইল পেন্টিন-2; (ii) স্যালাফ্রানিলিক এসিড; (iii) টি এন বি।
- (খ) হেজামিন কী? এর একটি ব্যবহার লেখ। 3

চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১২

ক-বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। 5
- (খ) টীকা লেখ : $2 + 2 = 4$
- (i) উইলিয়ামসন বিক্রিয়া;
- (ii) হফম্যান কুপ্রাণকরণ বিক্রিয়া।
- (গ) কীভাবে কার্বনিল গ্রুপকে মিথিলিন গ্রুপে রূপান্তর করবে? 3
- (ঘ) সমীকরণসহ দেখাও যে, P_2O_5 একটি নিরুদক। 3
- অথবা, (ক) সর্গ প্রণালীতে H_2SO_4 উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। 4
- (খ) SO_2 আরক ও বিজারক উভয়রূপে ক্রিয়া করে, উদাহরণসহ দেখাও। 4
- (গ) কপার সালফেট দ্রবণে অধিক এমোনিয়া দ্রবণ যোগ করলে কী ঘটে? 3
- (ঘ) PH_3 অপেক্ষা NH_3 অধিক ক্ষারধর্মী কেন? কাইরাল কার্বন কী? $3 + 1 = 4$
- ২। (ক) পরীক্ষাগারে CH_3I প্রস্তুতি বর্ণনা কর। 4
- (খ) বেনজিন ও টলুইনের পারস্পরিক পরিবর্তন লেখ। 3
- $+ 2 = 5$

- (গ) সাবান কী? সাবান কীভাবে ময়লা পরিষ্কার করে—
ব্যাখ্যা কর। $1 + 3 = 4$
- (ঘ) গাঠনিক সংকেত লেখঃ
- (i) গিমনোইট; (ii) স্প্যাথোজ; (iii) মেলামাইন। ৩
- অথবা, (ক) বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি বর্ণনা
কর। ৪
- (খ) স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে চারটি পার্থক্য লেখ। ৪
- (গ) প্রবণে Cu^{2+} শনাক্তকরণ বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) মধ্যম তেল থেকে ফিনল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
- ৩। (ক) লৌহ নিষ্কাশনে বাত্যাচুল্লিতে সংঘটিত রাসায়নিক
বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৪
- (খ) পরীক্ষাগারে ক্রমাগত H_2S গ্যাস প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
- (গ) সমীকরণসহ লেখ কী ঘটে, যখন— $2 + 2 = 4$
- (i) অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড ও সোডিয়াম অ্যাসিটেটের
মিশ্রণকে পাতিত করা হয়;
- (ii) গরম পানিতে P_2O_5 যোগ করা হয়।
- (ঘ) অ্যামিনো বেনজিন ও অ্যামিনো মিথেনের মধ্যে
কোনটি দুর্বল ক্ষারক এবং কেন? ৩
- অথবা, (ক) কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড কিটোন
অপেক্ষা অধিক সক্রিয়—ব্যাখ্যা কর। ৪
- (খ) উদাহরণসহ বংশধিকল জৈব যৌগের শ্রেণীবিন্যাস
কর। ৩
- (গ) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নের যৌগগুলোর নাম লেখঃ $1 \times 5 = 5$
- (i) $Cl_3C - NO_2$;
- (ii) $CH_3 - CH(CH_3) - CH - COOH$;
- (iii)  N_2Cl ;
- (iv) $CH_3 - CH = CH - CHO$;
- (v) $Br - CH = CH_2$.
- (ঘ) প্রবণে SO_4^{2-} এর উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করা
যায়? ৩
- খ-বিভাগ—সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন
- ৪। (ক) রাজ্য কী? বর্ণ কীভাবে রাজ্যে প্রবীড়িত হয়?
 $1 + 2 = 3$
- (খ) প্যারাসিটামল এবং অ্যাসপিরিন এর সংকেত লেখ। ২
- অথবা, (ক) S_N1 বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা কর। ৩
- (খ) নেসলার প্রবণ কী? ৩
- ৫। (ক) ইথানয়িক এসিড অপেক্ষা α -ক্লোরাইথানয়িক এসিড
শক্তিশালী কেন? ৩
- (খ) শিখা পরীক্ষায় গ্যাস HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২
- অথবা, (ক) লেসাইন পরীক্ষা কী? এই পরীক্ষায় Na ব্যবহার করা
হয় কেন? $1 + 2 = 3$
- (খ) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড কী কী? ২
- ৬। (ক) কীভাবে পাবে— $2 + 2 = 4$
- (i) ফিনল থেকে পিকরিক এসিড; (ii) বেনজিন
ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড থেকে বেনজয়িক এসিড।
- (খ) স্পেস্টার কী? ১
- অথবা, (ক) ফিনল অম্লধর্মী—ব্যাখ্যা কর। ৩
- (খ) কাপলিং বা যুগলয়ন বিক্রিয়া বলতে কী বুঝ? ২
- ৭। গাঠনিক সংকেত লেখঃ $1 \times 5 = 5$
- (i) 1, 3 বিউটা ডাই-ইন; (ii) ফিনাইল ইথিন; (iii) D.
D. T; (iv) 3-অ্যামিনো পেটান্যাল; (v) গ্যামাজিন।
- অথবা, (ক) বেনজিনে তিনটি দ্বিধন বিদ্যমান—ব্যাখ্যা কর। ৩
- (খ) C_3H_6O এর সম্ভাব্য দুটি পরমাণুর নাম ও গাঠনিক
সংকেত লেখ। ২
- ৮। (ক) CO কে কেন নীরব ঘাতক বলা হয়? ৩
- (খ) হাকেল নীতি বর্ণনা কর। ২
- অথবা, (ক) টিটার আয়োডিন কী? এর ব্যবহার লেখ। $1 + 2 = 3$
- (খ) পেপটাইড বন্ধন কী? ২
- ৯। (ক) গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি—ব্যাখ্যা কর। ৩
- (খ) বিক্রিয়াগুলো পূর্ণ করঃ $1 \times 2 = 2$
- (i) $CH_3 - CH = CH_2 + HBr \rightarrow ?$
- (ii) $R - NH_2 + HNO_2 \rightarrow ?$
- অথবা, (ক) CFC কীভাবে ওজোন স্তরকে নষ্ট করে? ৩
- (খ) অলিয়াম ও সালফান কী? ২

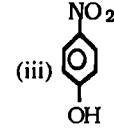
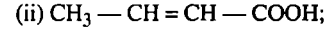
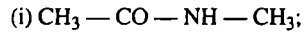
বর্নিশাল বোর্ড-২০১২

ক-বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) হেবার প্রণালীতে সর্বোচ্চ পরিমাণ NH_3 উৎপাদনের
শর্তাবলিসহ মূলনীতি বর্ণনা কর। ৫
- (খ) সক্রিয়কারী ও নিষ্ক্রিয়কারী মূলক কী? নিম্নের
মূলকগুলোকে সক্রিয়কারী ও সক্রিয়তা হ্রাসকারী
হিসেবে চিহ্নিত করঃ ৪
- $-NH_2, -NO_2, -COOH, -OH$.
- (গ) জৈব যৌগের সংখ্যাধিক্যের কারণ বর্ণনা কর। ৪
- (ঘ) $-COOH$ মূলকের পরীক্ষা বর্ণনা কর। ২
- অথবা, (ক) অসওয়াল্ড প্রণালীতে HNO_3 উৎপাদন বর্ণনা কর।
- (খ) নিউক্লিওফাইল বলতে কী বুঝ? নিম্নের
প্রজাতিগুলোকে নিউক্লিওফাইল ও ইলেকট্রোফাইল
হিসেবে চিহ্নিত করঃ ৪ $R - OH, BF_3, H^+, H^-$
- (গ) বিরঞ্জক কী? বিরঞ্জক হিসেবে SO_2 ও Cl_2 এর তুলনা
কর।
- (ঘ) কার্বনিল মূলকের শনাক্তকরণ বর্ণনা কর।
- ২। (ক) পরীক্ষাগারে ইথাইন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৫
- (খ) টীকা লেখঃ
- (i) কোব বিক্রিয়া; (ii) ক্যানিজারো বিক্রিয়া। ৪
- (গ) ক্রিস্টার কপারের তড়িৎবিশোধন বর্ণনা কর। ৩
- (ঘ) লিগ্যান্ড কী? দুটি জটিল যৌগের নাম ও সংকেত
লেখ। ৩
- অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে মিথাইল আয়োডাইড প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
- (খ) টীকা লেখঃ
- (i) স্যান্ডমেরার বিক্রিয়া; (ii) উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ।
- (গ) গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি—ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) পলিমারকরণ কী? একটি যুক্ত ও একটি ঘনীভবন পলিমারের নাম ও সংকেত লেখ।

৯। (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নাম লেখ :



(খ) প্যারাসিটামল সংশ্লেষণের একটি পদ্ধতি লেখ। ২

অথবা, (ক) নিম্নের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ :

(i) সিস-2-বিউটিন; (ii) অ্যানিসোল; (iii) ইথাইল মিথাইল কার্বিনল।

(খ) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ডগুলো কী কী?

সিলেট বোর্ড-২০১২

ক-বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে ইথান্যাল প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) অবস্থান্তর ধাতুর পরিবর্তনশীল জারণ সংখ্যার কারণ বর্ণনা কর।
 (গ) মিথাইল আয়োডাইড থেকে (i) মিথাইল অ্যামিন; (ii) ইথাইল অ্যামিন সংশ্লেষণ কর।
 (ঘ) প্রবণের NO_3^- মূলকের শনাক্তকরণ পরীক্ষা বর্ণনা কর।

খ-বিভাগ—সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

৪। (ক) $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ ও $(\text{CH}_3)_2 \text{NH}$ এর কোনটি অধিক ক্ষারকীয় এবং কেন? ৩

(খ) ইথিন ও ইথাইনের পার্থক্য লেখ। ২

অথবা, (ক) $\text{H}-\text{COOH}$ ও $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ -এর কোনটি অধিক তীব্র এসিড এবং কেন?

(খ) 'এনানসিওমার' কী?

৫। (ক) H_2S একটি বিজারক—ব্যাখ্যা কর। ৩

(খ) এস্টারিফিকেশন বিক্রিয়া কী? ২

অথবা, (ক) SO_2 একটি জারক—ব্যাখ্যা কর।

(খ) আলোক সক্রিয় যৌগ বলতে কী বুঝ? উদাহরণসহ লেখ।

৬। (ক) লোহিত ফসফরাস ও শ্বেত ফসফরাসের পারস্পরিক পরিবর্তন লেখ। ৩

(খ) ডিনেগার কী? এর ব্যবহার লেখ। ২

অথবা, (ক) গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে NaBr কে উত্তপ্ত করলে HBr পাওয়া যায় না কেন?

(খ) ফরমালিন কী? এর ব্যবহার লেখ।

৭। (ক) মিথান্যাল ক্যানিজারো বিক্রিয়া করলেও অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া করেন না—ব্যাখ্যা কর। ৩

(খ) ডিটারজেন্ট কী? উদাহরণসহ লেখ। ২

অথবা, (ক) কার্বোজিলিক এসিডে কেন্দ্রাকর্ষী যুক্ত বিক্রিয়া ঘটে না—ব্যাখ্যা কর।

(খ) প্রবণে Fe^{2+} এর উপস্থিতি পরীক্ষা বর্ণনা কর।

৮। (ক) ইথাইল অম্লধর্মী—ব্যাখ্যা কর। ৩

(খ) জিংকের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। ২

অথবা, (ক) ফেনল অম্লধর্মী কিন্তু অ্যালকোহল নিরপেক্ষ—ব্যাখ্যা কর।

(খ) অকটেন নাম্বার কী?

১। (ক) অসওয়াল্ড প্রণালীতে HNO_3 এর শিল্পোৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪

(খ) কার্যকরী মূলক কাকে বলে? নিম্নের যৌগগুলোর কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত লেখ : ১+৩=৪

(i) ক্রিটোন; (ii) এস্টার; (iii) 1° অ্যালকোহল।

(গ) কীভাবে পাবে— ২+২=৪

(i) ইথিন থেকে ইথানল;

(ii) অ্যানিলিন থেকে অ্যাসিটানিলাইড।

(ঘ) অ্যানিলিন অপেক্ষা মিথাইল অ্যামিন অধিকতর ক্ষারধর্মী কেন? ৩

অথবা, (ক) বাত্যাচুল্লিতে দৌহ নিষ্কাশনকালে সংঘটিত বিক্রিয়াবলি সমীকরণসহ বর্ণনা কর।

(খ) SO_2 জারক ও বিজারক উভয়রূপে কাজ করে—ব্যাখ্যা কর।

(গ) হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ প্রণালীর মূলনীতি বর্ণনা কর।

(ঘ) অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠন করে কেন?

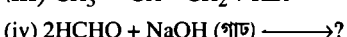
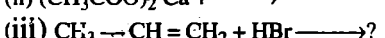
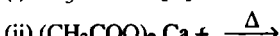
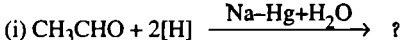
২। (ক) কেন্ন কী? কেন্ন থেকে আয়োডিনের শিল্পোৎপাদনের বর্ণনা দাও। ৪

(খ) ব্যাখ্যা কর : ২+২=৪

(i) ধাতব সালফাইড হতে H_2S গ্যাস প্রস্তুতিতে গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা যায় না কেন?

(iii) অ্যালকাইন অম্লধর্মী — কেন?

(গ) পূর্ণ কর : ১×৪=৪



২। (ক) ক্রোমাইট আকরিক হতে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪

(খ) টীকা লেখ : $2 + 2 = 8$

(i) ক্রিমেনসন বিক্রিয়া;

(ii) উর্টজ-ফিটিং বিক্রিয়া।

(গ) ডায়াজেনিয়াম লবণ কী? পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড লবণ প্রস্তুতির বর্ণনা দাও।

$$1 + 3 = 8$$

(ঘ) বেনজিন বলয়ে তিনটি দ্বি-বন্ধন বিদ্যমান কিরূপে প্রমাণ করবে? ৩

অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।

(খ) সর্প পদ্ধতিতে H_2SO_4 প্রস্তুতির মূলনীতি বর্ণনা কর।

(গ) কীভাবে পাবে? $2 + 2 = 8$

(i) ইথিন হতে মিথানল;

(ii) CH_3MgI হতে CH_3COOH ।

(ঘ) অবস্থান্তর মৌল রঙিন যৌগ গঠন করে কেন? ৩

৩। (ক) পরীক্ষাগারে অ্যানিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪

(খ) টীকা লেখ : (i) ক্যানিডারো বিক্রিয়া; (ii) হফম্যান কুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া। $2 + 2 = 8$

(গ) হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ প্রণালীর মূলনীতি লেখ।

(ঘ) ব্যাখ্যা কর : ৩

(i) মিথাইল অ্যামিন অ্যানিলিন অপেক্ষা তীব্র ক্ষারক; $2 + 2 = 8$

(ii) স্টার্চ দ্রবণে আয়োডিন নীল বর্ণ ধারণ করে।

অথবা, (ক) মধ্যম তৈল কী? আলকাতরা থেকে ফেনল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। $1 + 3 = 8$

(খ) একটি জৈব যৌগ 'A' জারিত হতে 'B' যৌগ উৎপন্ন করে। 'B' যৌগটি 2, 4-DNP-এর সাথে হ্রুদ অধঃক্ষেপ দেয় এবং ফেলিং দ্রবণের সাথে ইটের ন্যায় লাল অধঃক্ষেপ দেয়। যদি 'B' যৌগটিতে তিনটি কার্বন পরমাণু থাকে তবে, যৌগের নাম ও সংকেত লেখ এবং উত্তরের সপক্ষে তোমার যুক্তি দাও। ৪

(গ) সংকরণ কী? sp^2 সংকরণ উদাহরণসহ বর্ণনা কর। $1 + 3 = 8$

(ঘ) স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে তিনটি পার্থক্য উল্লেখ কর। ৩

খ বিভাগ : সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

৪। (ক) নিম্নলিখিত যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : ৩

(i) ক্লোরাল; (ii) T. N. T;

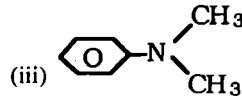
(iii) $\alpha - D (+)$ গ্লুকোজ।

(খ) দ্রবণে NO_3^- মূলক কিরূপে শনাক্ত করবে? ২

অথবা, (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নামকরণ কর : ৪

(i) $C(CH_3)_3 OH$;

(ii) $CH_3 - CO - CH = CH_2$;



(খ) অগিয়াম কী? ৩

৫। (ক) ফ্লোরিনের জারণ মান স্থির কিন্তু অন্যান্য হ্যালোজেনের জারণ মান পরিবর্তনশীল দেখায়—ব্যাখ্যা কর। ২

(খ) R_f মান বলতে কী বুঝ?

অথবা, (ক) নিম্নের যৌগগুলোর সংকেত লেখ : ৪

(i) ক্রায়োলাইট; (ii) বোরাক্স; (iii) কেশামাইন।

(খ) এনজাইম কী?

৬। (ক) টীকা লেখ : ৩

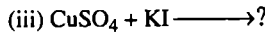
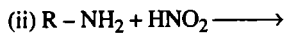
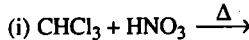
(i) মুক্ত মূলক; (ii) কাইরাল কার্বন।

(খ) বেনজিন বলয়ের সক্রিয়তা হ্রাসকারী মূলক বলতে কী বুঝ? ২

অথবা, (ক) ত্রিস্টার কপারের তড়িৎ বিশোধন প্রক্রিয়ার বর্ণনা কর।

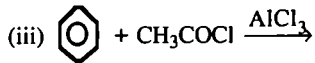
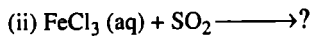
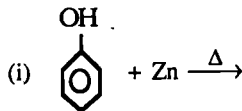
(খ) ধাতব ব্রোমাইড ও গাঢ় H_2SO_4 হতে BH_3 প্রস্তুত করা যায় না কেন?

৭। (ক) সমীকরণ পূর্ণ কর : ৪



(খ) জৈব যৌগে $-COOH$ মূলক কিরূপে শনাক্ত করবে? ২

অথবা, (ক) সমীকরণ পূর্ণ কর : ৪



(খ) দ্রবণে Zn^{2+} আয়ন কিরূপে শনাক্ত করবে?

৮। (ক) ফুটন্ত টুলুইনে ক্লোরিন চালনা করলে কী ঘটে? ৩

(খ) মার্কনিকভের নিয়মটি কী? ২

অথবা, (ক) কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড কিটোন অপেক্ষা অধিক সক্রিয়—ব্যাখ্যা কর।

(খ) "অ্যামোনিয়া একটি উৎকৃষ্ট লিগ্যান্ড"—ব্যাখ্যা কর।

৯। (ক) গ্রাইকোসাইড বন্ধন কী? ইহা কীভাবে গঠিত হয়? $1 + 2 = 3$

(খ) সাবানায়ন কী? ২

অথবা, (ক) পরিক্ষারক হিসেবে সাবান ও ডিটারজেন্টের তুলনা কর। ৩

(খ) ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক কী? ২

বিভিন্ন বোর্ডের প্রশ্নপত্র

রসায়ন (তত্ত্বীয়)-দ্বিতীয় পত্র

সময়—৩ ঘণ্টা; পূর্ণমান—৭৫

[প্রত্যেক প্রশ্নের পূর্ণমান জ্ঞাপক।]

ঢাকা বোর্ড—২০১১

'ক' বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) (i) শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২ + ২ = ৪
 (ii) ডিকার্বিলেশন বিক্রিয়া কী? ৪
 (গ) পরীক্ষাগারে ক্রমাগত H₂S গ্যাস প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (ঘ) HCl, HBr ও HI-কে এসিড হিসেবে তীব্রতার ক্রম অনুসারে সাজাও এবং উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৩
 (ক) তাপমাত্রা উল্লেখপূর্বক বাত্যাচুল্লিতে সৌহ নিষ্কাশনে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ সমীকরণসহ বর্ণনা কর।
 (খ) টীকা লেখ : (i) হাকেলের সূত্র; (ii) অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া।
 (গ) জৈব যৌগে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি শনাক্তকরণ পদ্ধতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর।
 (ঘ) নিম্নের যৌগসমূহের গাঠনিক সংকেত লেখ :
 (i) ট্রান্স-২ বিউটিন; (ii) বিউট-২-আইন-১, ৪ ডাইঅল; (iii) ২, ৪-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন।
- ২। (ক) পরীক্ষাগারে অ্যানিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) নিউক্লিওফাইল ও ইলেকট্রোফাইল বলতে কী বুঝ? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪
 (গ) কার্বকরী মূলক কাকে বলে? নিম্নের যৌগগুলোর কার্বকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ : ১ + ৩ = ৪
 (i) অ্যালডিহাইড; (ii) ২° এলকোহল; (iii) অ্যাসিড অ্যামাইড।
 (ঘ) জিঙ্ক অক্সাইড একটি উভধর্মী অক্সাইড—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (ক) ব্রাইন কী? ডিডিং-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ব্রাইন হতে ক্লোরিন উৎপাদনের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। ৪
 (খ) গাঢ়ীকৃত ক্রোমাইট আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (গ) জুইটার আয়ন কী? অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে এটি কীভাবে কাজ করে? ৪
 (ঘ) বিভিন্ন অবস্থায় NaOH এর সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৩
 ৩। (ক) ফারমেটেশন কী? স্টার্চ থেকে ইথানল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) মিথাইল আয়োডাইড হতে কীভাবে (i) ইথানরিক এসিড ও (ii) এমিনো-মিথেন প্রস্তুত করবে? ২ + ২ = ৪
 (গ) নিম্নের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : ৪
 (i) টিএনটি; (ii) ডি.ডি.টি; (iii) পিকরিক এসিড; (iv) N, N-ডাইমিথাইল ইথানামাইড।
 (ঘ) জলীয় দ্রবণে Zn²⁺ আয়নের উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করবে? ৩
 (ক) লঘু তৈল হতে বিশুদ্ধ বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) পরিবেশের উপর নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব আলোচনা কর। ৪
 (গ) হেবার প্রণালীতে সর্বোচ্চ পরিমাণ অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তসমূহ বর্ণনা কর। ৪
 (ঘ) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগসমূহের নাম লেখ : ৩
 (i) CH₂ = CH - CH = CH₂; (ii) CH₃ - CH - CH - COOH; ; (iii) C(CH₃)₃ - C(CH₃)₃
 NH₂ OH

'খ' বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) নিচের কোন যৌগটি ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয় এবং কেন? সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (i) C₆H₅ - CHO; (ii) CH₃ - CH₂ - CHO
 (খ) এনজাইম কী? দুটি এনজাইমের নাম লেখ। ২
 (ক) গিগ্যান্ড কাকে বলে? দুটি জটিল আয়নের নাম ও সংকেত লেখ। ১ + ২ = ৩
 (খ) হেজামিন কী? এর ব্যবহার লেখ। ২
 ৫। (ক) ব্রৈব যৌগের পার্শ্বলিঙ্গ ও নিউক্লিয়াস বলতে কী বুঝ? ৩
 (খ) CuSO₄ এর জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী কেন? ২
 (ক) DNA ও RNA এর মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ।
 (খ) ক্রোরোফর্মের বিশুদ্ধতা কীভাবে পরীক্ষা করবে?
 ৬। (ক) আকরিক কী? জিঙ্কের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। ১ + ২ = ৩
 (খ) একটি অর্ধো-প্যারা ও একটি মেটা-নির্দেশক মূলকের নাম ও সংকেত লেখ। ২
 (ক) অবস্থান্তর মৌল প্রভাবক হিসাবে কাজ করে—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) দেখাও যে, গাঢ় H₂SO₄ একটি নিরুদক। ২
 ৭। (ক) নিম্নের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ৫
 (i) NaCl + MnO₂ + H₂SO₄ (গাঢ়) $\xrightarrow{\Delta}$? (ii) NH₃ (অতিরিক্ত) + Cl₂ \rightarrow ?
 (iii) C₆H₅ - N₂Cl + H₂O $\xrightarrow{\Delta}$? (iv) CHCl₃ + HNO₃ (গাঢ়) $\xrightarrow{\Delta}$?
 (v) HC \equiv CH + H₂O $\xrightarrow[2\% \text{ HgSO}_4]{20\% \text{ H}_2\text{SO}_4}$

অথবা,	(ক) একটি জৈব যৌগের $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ সূত্রকে $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (পট) www.tanbircox.com ডায়াজাইট্রিক ডিভাইসের সাহায্যে বিক্রিয়া করে হলুদ অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে এবং ফেহলিং দ্রবণকে বিজারিত করে ইটের ন্যায় লাল অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। 'B' যৌগটিতে ক্রিটিক কার্বন পুনঃস্থাপন করে 'A' যৌগটির নাম ও সংকেত লেখ এবং উভয়ের সংকেত বিক্রিয়াগুলো লেখ।	
৮।	(ক) 1° , 2° ও 3° এলকোহলের পার্থক্যসূচক যৌগটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।	৩
	(খ) CO-কে নীরব ঘাতক বলা হয় কেন?	২
অথবা,	(ক) রাজস্ন কী? স্বর্ণ রাজস্নে দ্রবীভূত হয় কীভাবে?	
	(খ) লেসাইন পরীক্ষায় ধাতব সোডিয়াম ব্যবহার করা হয় কেন?	
৯।	(ক) ফেনল ও এলকোহলের পার্থক্যসূচক একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।	২
	(খ) অ্যালকাইল হ্যালাইডের $\text{S}_\text{N}2$ বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা কর।	৩
অথবা,	(ক) সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাসীয়—ব্যাখ্যা কর।	৩
	(খ) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে কীভাবে কার্বিলিক এসিড পাওয়া যায়?	২

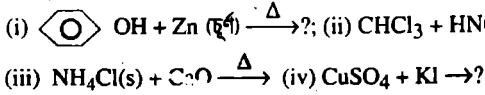
কুমিল্লা বোর্ড-২০১১

'ক' বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

১।	(ক) গাজন কী? স্টার্চ থেকে ইথানল প্রস্তুতি বর্ণনা কর।	১ + ৪ = ৫
	(খ) রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে দেখাও যে, SO_2 জারক ও বিজারক হিসেবে কাজ করে।	৪
	(গ) d-ব্লক মৌলসমূহ পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা: প্রদর্শন করে—ব্যাখ্যা কর।	৩
	(ঘ) গ্রিগনার্ড বিকারক কী? গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে কীভাবে 1° অ্যালকাইল পাবে?	১ + ২ = ৩
অথবা,	(ক) পরীক্ষাগারে বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি বর্ণনা কর।	৪
	(খ) নিচের যৌগসমূহের গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) মিথাইল পেন্টিন-২; (ii) ডাইমিথাইল কার্বিনল; (iii) সালফোনিক এসিড; (iv) গ্লিসারিন।	৪
	(গ) কস্টিক সোডার সাথে বিভিন্ন অবস্থায় ক্লোরিনের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।	৩
	(ঘ) বার্বিকরী মূলক কাকে বলে? নিচের যৌগগুলোর কার্বকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) অ্যালডিহাইড; (ii) এসিড অ্যানহাইড্রাইড; (iii) সেকেন্ডারি অ্যালকোহল।	১ + ৩ = ৪

২।	(ক) হাইব্রিডাইজেশন কী? sp^2 হাইব্রিডাইজেশন উদাহরণসহ বর্ণনা কর।	১ + ৩ = ৪
	(খ) আলকাতরা থেকে ফেনল নিষ্কাশন বর্ণনা কর।	৪
	(গ) টীকা লেখ : (i) ক্যানিজারো বিক্রিয়া; (ii) কাদুনে গ্যাস।	৪
	(ঘ) IUPAC পদ্ধতিতে নিচের যৌগগুলোর নাম লেখ : (i) $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$; (ii) $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$; (iii) $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CO}-\text{CH}_3$	৩

অথবা,	(ক) ক্রোমাইট আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন বর্ণনা কর।	৪
	(খ) বেনজিন ও টলুইন-এর পারস্পরিক রূপান্তর সমীকরণসহ লেখ।	৪
	(গ) বায়োজেন কী? দুটি অত্যাবশ্যক অ্যামাইনো এসিডের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।	২ + ২ = ৪
	(ঘ) বেনজিন এক, অ্যারোমেটিক যৌগ—ব্যাখ্যা কর।	৩
৩।	(ক) নেসলার বিকারক কী? দ্রবণে NH_4^+ আয়ন কীভাবে শনাক্ত করবে?	১ + ৩ = ৪
	(খ) ডিটারজেন্ট কী? এর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।	১ + ২ = ৩
	(গ) পরীক্ষাগারে ক্রোরোকরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ।	৪
	(ঘ) নিচের বিক্রিয়াগুলো পূর্ণ কর : (i) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Zn}$ (চূর্ণ) $\xrightarrow{\Delta}$?; (ii) $\text{CHCl}_3 + \text{HNO}_3$ (গাঢ়) $\xrightarrow{\Delta}$;	৪



অথবা,	(ক) লিগ্যান্ড কী? তিনটি জটিল আয়নের নাম ও সংকেত লেখ।	১ + ৩ = ৪
	(খ) অ্যালকাইল হ্যালাইডের $\text{S}_\text{N}2$ বিক্রিয়ার বর্ণনা কর।	৪
	(গ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।	৪
	(ঘ) DNA ও RNA এর মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ।	৩

'খ' বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

৪।	(ক) ফ্লোরিনের জারণ সংখ্যা স্থির কিন্তু ক্লোরিনের জারণ সংখ্যা পরিবর্তনশীল—ব্যাখ্যা কর।	৩
	(খ) ফরমাליন কী?	২
অথবা,	(ক) গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি—ব্যাখ্যা কর।	(খ) যুগলায়ন বিক্রিয়া কী?
৫।	(ক) দ্রবণে Zn^{2+} আয়ন কীভাবে শনাক্ত করা যায়?	৩
	(খ) নাইলন - ৬, ৬ কী? অথবা, (ক) মার্কনিকভ-এর সূত্র উদাহরণসহ বর্ণনা কর।	২
	(খ) অ্যানিলিন কার্বথর্মী - কেন?	
৬।	ফরমিক এসিড অ্যাসিটিক এসিড অপেক্ষা শক্তিশালী—ব্যাখ্যা কর।	৩
	(ক) কার্বেনিয়াম আয়ন কী?	২
অথবা,	(ক) সংকেত লেখ : (i) লিমোনাইট; (ii) ক্রোমোলাইট; (iii) ২, ৪ ডিএনপি।	
	(খ) ক্রোরোকরমকে রঙিন বোতলে রাখা হয় কেন?	
৭।	(ক) হ্যালোকরম বিক্রিয়া কী? HCHO এই বিক্রিয়া দেয় না কেন?	৩
	(খ) α -D গ্লুকোজ β -D গ্লুকোজ এর পাইরানোজ গঠন লেখ।	২
অথবা,	(ক) জুইটার আয়ন কী? অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে জুইটার আয়ন কীরূপ আচরণ করে?	১ + ২ = ৩
	(খ) ভিনেগার ও প্রোসিয়াম অ্যাসিটিক এসিড কী?	২

- ১। (ক) মিথাইল আয়োডাইড থেকে কীভাবে— (i) ইথানোয়িক এসিড ও (ii) ইথাইল অ্যামিন পাবে? ৪
 (খ) প্যারাসিটামল-এর সংকেত লেখ। ১
 (ক) সোসাইন পরীক্ষা কী? ছেঁব যৌগে সালফারের উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করা যায়? ৩
 (খ) HF একটি দুর্বল এসিড—ব্যাখ্যা কর। ২
 (ক) অফোরম্যাটিক যৌগের নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বশিকল বলতে কী বুঝ? ৩
 (খ) CO গ্যাসকে নীরব ঘাতক বলা হয় কেন? ২
 (ক) কীভাবে পাওয়া যায়— (i) ফেনল থেকে অ্যানিসোল; (ii) বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড থেকে ফেনল।
 (খ) দেখাও যে, P₂O₅ একটি নিরুদক।

রাজশাহী বোর্ড-২০১১

‘ক’ বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) সর্প প্রণালীতে সর্বোচ্চ পরিমাণ H₂SO₄ শিষ্ণোৎপাদন প্রক্রিয়ার মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪
 (খ) বিজারক ও অবিজারক চিনি কী? দেখাও যে, গুটোকজ একটি বিজারক চিনি। ২ + ৩ = ৫
 (গ) ছেঁব যৌগের অসম্পূর্ণতা নির্ণয়ের একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (গ) সাবান কীরূপে ময়লা পরিষ্কার করে তা ব্যাখ্যা কর। ৩
 (ক) গাটাকৃত ক্রোমাইট আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৫
 (খ) বিক্রিয়ার সাহায্যে দেখাও যে, SO₂ জারক ও বিজারক উভয় হিসেবে কাজ করে। ২ + ২ = ৪
 (গ) ফ্লোরিনের জারণ সংখ্যা স্থির, কিন্তু ক্লোরিনের জারণ সংখ্যা পরিবর্তনশীল—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (ঘ) কেশ্বাকর্ষী সংযোজন বিক্রিয়ায় কিটোনের চেয়ে অ্যালডিহাইড অধিক সক্রিয় হয় কেন? ৩
 (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৫
 (খ) নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের দুটি সাদৃশ্য ও দুটি বৈসাদৃশ্য উল্লেখ কর। ৪
 (গ) মিথাইল অ্যামিন ও ফিনাইল অ্যামিনের মধ্যে কোনটি অধিক ক্ষারকীয় এবং কেন? ৩
 (ঘ) Cl₂ এবং SO₂ এর বিরুদ্ধে ধর্ম তুলনা কর। ৩
 (ক) পরিবেশের উপর নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব আলোচনা কর। ৪
 (খ) মধ্যমা তেল কী? এ তেল থেকে ফেনল উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ১ + ৪ = ৫
 (গ) HCl, HBr ও HI-কে এসিড হিসেবে তীব্রতর ক্রমানুসারে সাজাও এবং উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৩
 (ঘ) সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধন মূলত সমযোজী বন্ধন—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (ক) ফারমেটেশন বলতে কী বুঝ? স্টার্চ থেকে বিশুদ্ধ ইথানল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ১ + ৪ = ৫
 (খ) হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ প্রণালী সমীকরণসহ বর্ণনা কর। এ পদ্ধতিতে ক্লোরিন প্রস্তুত করা যায় না কেন? ২ + ১ = ৩
 (গ) কপার পিরাইট থেকে কপার ধাতু নিষ্কাশন দুই ধরনের? ৩
 (ঘ) নিচের বিকারকসমূহ ইথাইনের সাথে বিক্রিয়া করে কী ঘটে সমীকরণ লেখ : ২ + ২ = ৪
 (i) O₂, H₂O/Zn এবং (ii) AgNO₃, NH₄OH
- ৩। (ক) কেন্স কী? কেন্স থেকে আয়োডিনের শিষ্ণোৎপাদন প্রণালী বর্ণনা কর। ৪
 (খ) কীরূপে ইথান্যাল থেকে ইথেন এবং ফেনল থেকে স্যাণিসাইলিক এসিড পাবে? ২ + ২ = ৪
 (গ) “অ্যালকিন ইলেকট্রনাকর্ষী যুত বিক্রিয়া প্রদর্শন করে”—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (ঘ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ অ্যানিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪

‘খ’ বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ১। (ক) ফুটল টলুইনের ভেতর ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে কী ঘটে, সমীকরণ লেখ। ৩
 (খ) টটোমারিজম কী? ২
 (ক) জুইটার আমন কী? এসিড ও ক্ষারীয় মাধ্যমে এটি কেমন আচরণ করে? ৩
 (খ) ফুলারিন বলতে কী বুঝ? ২
 (ক) CFC কী? এটি কীভাবে ওজোন স্তর ধ্বংস করে? ১ + ২ = ৩
 (খ) স্টার্চ প্রবণের সাথে আয়োডিন নীল বর্ণ ধারণ করে কেন? ২
 (ক) কাইরাল কার্বন কী? কোন যৌগের জ্যামিতিক সমাগুতা প্রদর্শনের দুটি শর্ত লেখ। ৩
 (খ) নিচের কোন যৌগটি অ্যালডন ঘনীভবন বিক্রিয়া দেয় ও কেন? ৩
 C₆H₅CHO এবং CH₂ = CHO
- ৬। (ক) বেনজিনের অসম্পূর্ণতা বিশেষ ধরনের—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) α-গ্রাইকোসাইড বন্ধন উদাহরণের সাহায্যে দেখাও। ২
 (ক) হ্যালোজেনো অ্যালকেনের S_N2 বিক্রিয়ার কৌশল আলোচনা কর। ৩
 (খ) দেখাও যে, মিথানয়িক এসিড একটি বিজারক। ৩
 (ক) ইথানল থেকে ট্রাইক্লোরো মিথেন প্রস্তুতির মূলনীতি বর্ণনা কর। ৩
 (খ) হেজামিন কী? এর একটি ব্যবহার লেখ। ২
 (ক) অবস্থান্তর মৌলসমূহ রঙিন যৌগ গঠন করে—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) সক্রিয়কারী ও নিষ্ক্রিয়কারী গ্রুপ বলতে কী বুঝ? ৩
 (ক) নিচের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : ৩
 (i) I-ব্রোমোইথিন; (ii) N, N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিন এবং (iii) সালফানিলিক এসিড। ২
 (খ) দ্রবণে NO₂⁻ আয়ন শনাক্তকরণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। ২
 (ক) মারকনিকভের সূত্রটি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) সাবানায়ন কী? ৩
 (ক) নিচের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ৩
 (i) CH₃NH₂ + HNO₂ → ? (ii) FeCl₃ + HI → ? (iii) C₆H₅OH + CHCl₃ + KOH $\xrightarrow[60^\circ]{C}$?
 (খ) H₂S প্রস্তুতিতে গাঢ় H₂SO₄ ব্যবহার করা হয় না কেন? ২
 (ক) ছেঁব যৌগ সালফারের উপস্থিতি কিরূপে শনাক্ত করবে? (খ) CO-কে কেন নীরব ঘাতক বলা হয়? ২

'ক' বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

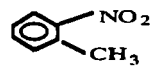
- ১। (ক) চিত্রসহ ইথিলিনের পরীক্ষাগার প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৫
 (খ) হ্যালোজেন প্রস্তুতির সাধারণ প্রণালী সমীকরণসহ লেখ। ফ্লোরিন এই প্রণালীতে প্রস্তুত করা যায় না কেন? ৪
 (গ) কীভাবে প্রস্তুত করবে— ৩
 (i) ক্লোরোফর্ম থেকে স্যালিসালডিহাইড; (ii) অ্যাসিটলিন থেকে ইথানল।
 (ঘ) দ্রবণে ক্রিপে সাপফেট আয়ন শনাক্তকরণ করবে? ৩
 (ক) বাত্যা ছত্রিতে লৌহ নিষ্কাশনকালে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ লেখ।
 (খ) জুইটার আয়ন কী? অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে ইহা ক্রিপে ক্রিয়া করে?
 (গ) কার্বনিল মূলককে ক্রিপে মিথিলিন মূলককে পরিণত করবে?
 (ঘ) ফেরাস ও ফেরিক লবণের পারস্পরিক পরিবর্তন সমীকরণসহ লেখ।
 ২। (ক) সর্বোচ্চ পরিমাণ H_2SO_4 উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণ ও শর্তসহ লেখ। ৪
 (খ) অবস্থান্তর মৌল পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা প্রদর্শন করে—ব্যাখ্যা কর। ৪
 (গ) ডিটারজেন্ট কী? সাবান ও ডিটারজেন্টের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪
 (ঘ) C_6H_6O সংকেত দ্বারা গঠিত সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। ৩
 (ক) মড় পদ্ধতিতে নিকেল ম্যাট থেকে নিকেল উৎপাদন বর্ণনা কর।
 (খ) হেবার সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (গ) টীকা লেখ : (i) হফম্যান ডিগ্রেশন বিক্রিয়া; (ii) ক্যানিজারো বিক্রিয়া।
 (ঘ) $C_6H_4(CH_3)_2$ দ্বারা গঠিত তিনটি সমাণুকের নাম ও সংকেত লেখ।
 ৩। (ক) এনিলিনের পরীক্ষাগার প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) কেন্ন কী? কেন্ন থেকে অ্যারোডিনের শিঙ্কোৎপাদন প্রণালী বর্ণনা কর। ৪
 (গ) মার্কনিকভের নিয়ম কী? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪
 (ঘ) নিম্নের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ৩
 (i) $CH_3COONa + NaOH(CaO) \xrightarrow{\Delta}$; (ii) $H_2SO_4(aq) + SO_2(g) \longrightarrow$; (iii) $Ca(OH)_2 + Cl_2 \xrightarrow{400^\circ C}$
 (ক) জৈব যৌগে ক্রিপে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি শনাক্তকরণ করবে? (প্রয়োজনীয় সমীকরণ দাও)।
 (খ) হ্যালোজেন অ্যালকেনের S_N1 বিক্রিয়ার কৌশল উদাহরণসহ বর্ণনা কর।
 (গ) বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ—ব্যাখ্যা কর। (ঘ) হ্যালোফরম বিক্রিয়া কী? একটি উদাহরণ দাও।

'খ' বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নের যৌগগুলোর নাম লেখ : $1 \times 3 = 3$
- (i) $CH_3 - (CH_2)_2 - COOH$; (ii) $ClCH_2 - CH_2 - N \begin{matrix} CH_3 \\ / \\ CH_3 \end{matrix}$ (iii) $CH_3 - N \begin{matrix} CH_3 \\ / \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{matrix}$
- (খ) দুটি অ্যামাইনো এসিডের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। ২
 (ক) নিম্নের যৌগগুলোর সংকেত লেখ : (i) ক্রটোনাল ডিহাইড; (ii) এক্রোলিন; (iii) ক্লোরাল। ৩
 (খ) হাকেলের সূত্র কী? ২
 ৫। (ক) ফেনল অম্লীয় কিন্তু অ্যালকোহল নিরপেক্ষ—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) দ্রবণে Cu^{2+} আয়ন শনাক্তকারী পরীক্ষা লেখ। ২
 (ক) $H - COOH$ এর এসিড ও অ্যালডিহাইডের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর। (খ) গ্রাইকোসাইডিক বন্ধন কী? ৩
 ৬। (ক) ফেনল অম্লধর্মী যৌগ—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) অকটেন নাম্বার কী? ২
 (ক) গাঢ় H_2SO_4 এবং NaI এর বিক্রিয়ায় কেন HI প্রস্তুত করা যায় না? ৩
 (খ) প্রমাণ কর যে, H_2SO_4 একটি নিরুদক পদার্থ।
 ৭। (ক) নিম্নের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : $1 \times 3 = 3$
 (i) $Cu + (গাঢ়) HNO_3 \longrightarrow$; (ii) $R - COOH + NH_3 \xrightarrow{\Delta}$;
 (iii) $CH_3 - CH = CH_2 + HBr \xrightarrow{\text{পারঅক্সাইড}}$
 (খ) পরীক্ষাগারে ক্রিপে ইথাইন শনাক্তকরণ করবে? একটি উদাহরণ দাও। ২
 (ক) PVC কী? এর প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ। ৩
 (খ) জিংককে অবস্থান্তর মৌল বলা হয় না কেন? ২
 ৮। (ক) ডায়াজেনিয়াম লবণের পরীক্ষাগার প্রস্তুতির মূলনীতি বর্ণনা কর। ৩
 (খ) অ্যালডল ঘনীভবন কী? ব্যাখ্যা কর। ২
 (ক) খেত ও লোহিত ফসফরাসের পারস্পরিক পরিবর্তন ক্রিপে করা হয়? ৩
 (খ) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটকে তাপ প্রয়োগ করলে কী ঘটে? ৩
 ৯। (ক) অ্যারোমেটিক যৌগের নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বিকল বলতে কী বুঝ? ২
 (খ) DDT এর উপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ : ৩
 (ক) PbO একটি উভধর্মী যৌগ—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) সালফান ও অলিয়াম কী?

চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১১

'ক' বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

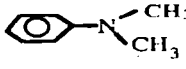

- ১। (ক) অসওয়াল্ড প্রণালীতে HNO_3 উৎপাদন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) পরীক্ষাগারে আয়োডোমিথেন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (গ) টীকা লেখ : ২ + ২ = ৪
 (i) রাইমার-টাইম্যান বিক্রিয়া; (ii) উর্টজ-ফিটিগ বিক্রিয়া।
 (ঘ) প্রবণে Zn^{2+} এর পরীক্ষা লেখ। ৩
- কখন, (ক) সমুদ্র শৈবাল থেকে আয়োডিনের নিয়োৎপাদন বর্ণনা কর।
 (খ) পরীক্ষাগারে অ্যানিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (গ) টীকা লেখ : (i) ক্যানিচারো বিক্রিয়া; (ii) কোব বিক্রিয়া।
 (ঘ) প্রবণে NO_3^- এর পরীক্ষা লেখ।
- ২। (ক) পাইরোলিগনিয়াস এসিড হতে ইথানয়িক এসিড উৎপাদন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) নিকেল ম্যাট থেকে নিকেল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (গ) ইথাইল থেকে কীভাবে (i) ইথানয়িক এসিড ও (ii) ইথান্যাল পাবে? ২ + ২ = ৪
 (ঘ) জৈব যৌগে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করবে? ৩
- কখন, (ক) প্লেভসার থেকে ফারমেটেশন প্রক্রিয়ার ইথানল উৎপাদন বর্ণনা কর।
 (খ) ব্রিস্টার কপার কী? ব্রিস্টার কপারের তড়িৎ বিশোধন বর্ণনা কর। ১ + ৩ = ৪
 (গ) মিথাইল আয়োডাইড থেকে কীভাবে (i) ইথানয়িক এসিড; (ii) ইথাইল অ্যামিন পাবে? ২ + ২ = ৪
 (ঘ) ডিসপ্রোপোরেশন বিক্রিয়া কী? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
- ৩। (ক) আলকাতরা থেকে বিশুদ্ধ বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) ব্যাখ্যা কর : (i) কার্বোজিলিক এসিডে কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়া ঘটে না; ৩ × ২ = ৬
 (ii) ফ্লোরিনের জারণ মান স্থির, কিন্তু ক্লোরিনের জারণ মান পরিবর্তনশীল।
 (গ) অকটেন নাম্বার কী? ২
 (ঘ) ফেরাস ও ফেরিক আয়নের পার্থক্য লেখ। ৩
- কখন, (ক) সর্বোচ্চ পরিমাণ NH_2 উৎপাদনের শর্তাবলিসহ মূলনীতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) ব্যাখ্যা কর : (i) ইথান্যাল ক্যানিচারো বিক্রিয়া দেয় না; (ii) H_2S একটি বিজারক। ৩ × ২ = ৬
 (গ) এসিড বৃষ্টি কী? পরিবেশের উপর এর প্রভাব বর্ণনা কর। ৩
 (ঘ) প্রবণে কীভাবে কার্বোজিলিক মূলকের উপস্থিতি শনাক্ত করবে? ২
- 'খ' বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন
- ৪। (ক) বিভিন্ন অবস্থায় টলুইনের সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়াসমূহ লেখ। ৩
 (খ) রেসিমিক মিশ্রণ কী? ২
- কখন, (ক) টলুইনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন অর্থে ও প্যারা অবস্থানে ঘটে—কেন? ৩
 (খ) এনানসিওমার কী? উদাহরণসহ লেখ। ৩
- ৫। (ক) জ্যামিতিক সমাপ্ততা কী? এর শর্তসমূহ লেখ। ১ + ২ = ৩
 (খ) নিম্নলিখিতগুলোর মধ্যে কোনগুলো ইলেকট্রোকাইল ও নিউক্লিওফাইল উল্লেখ কর : ২
 $\text{R} - \text{NH}_2, \text{AlCl}_3, \text{Cl}^+, \text{Cl}^-$
- কখন, (ক) ডিটারজেন্ট কী? সাবান ও ডিটারজেন্টের ধর্মের তুলনা কর।
 (খ) নিম্নের মূলকগুলোকে সক্রিয়কারী ও নিষ্ক্রিয়কারী শ্রেণীতে ভাগ কর :
 $-\text{OH}, -\text{CHO}, -\text{NO}_2, -\text{NR}_2$
- ৬। (ক) নিম্নের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ১ × ৩ = ৩
 (i) $\text{H} - \text{CHO} + \text{গাঢ় NaOH} \longrightarrow ?$ (ii) $\text{CH}_3 - \text{HN}_2 + \text{HNO}_2 \longrightarrow ?$ (iii) $\text{CH}_3 - \text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{F}_2\text{O}_5} ?$
 (খ) ইথান্যাল ও প্রোপানোলের পার্থক্য লেখ। ২
- কখন, (ক) নিম্নোক্তগুলোর সংকেত লেখ : (i) পেটল্যানডাইট; (ii) ক্রাইসোকোলা; (iii) ক্রোমোগকোর।
 (খ) DNA ও RNA এর দুটি পার্থক্য লেখ।
- ৭। (ক) অবস্থান্তর মৌলসমূহ রক্তিন যৌগ গঠন করে—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) ফুলারিন কী? ২
- কখন, (ক) কেন স্টার্চে আয়োডিন যৌগী করলে নীল বর্ণ ধারণ করে?
 (খ) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$ দুটি সমাগুর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ৮। (ক) ইথানয়িক এসিড অপেক্ষা মিথানয়িক এসিড অধিক তীব্র কেন—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) দুটি অভ্যাবশ্যকীয় অ্যামিনো এসিডের নাম ও সংকেত লেখ। ২
- কখন, (ক) মুক্ত অবস্থায় SO_2 বিরক্তক হিসেবে কিয়্য করে না—ব্যাখ্যা কর। ২
 (খ) ফরমালিন কী? এর দুটি ব্যবহার লেখ। ১ + ২ = ৩
- ৯। (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিচের যৌগগুলোর নাম লেখ : ৩
 (i) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$; (ii) $\text{CH}_2 - \text{COOC}_2\text{H}_5$; (iii) 
- (খ) পাওয়ার অ্যালকোহল কী? ২
- কখন, (ক) নিম্নের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ :
 (i) পিকরিক এসিড; (ii) N, N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিন; (iii) মিথাইল কার্বিনল
 (খ) ক্রোমোফর্মকে রক্তিন বোতলে রাখা হয় কেন?

বরিশাল বোর্ড-২০১১

‘ক’ বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) স্পর্শ পদ্ধতিতে সর্বোচ্চ পরিমাণ H_2SO_4 উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ।
 (খ) জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্য দেখ।
 (গ) N_2 ও P এর মধ্যে তুলনামূলক রসায়ন আলোচনা কর।
 (ঘ) সোয়েটজার বিকারক কী? ইহার ব্যবহার লেখ।
- অথবা, (ক) কোর কী? কোর থেকে I_2 নিষ্কাশন বর্ণনা কর।
 (খ) কার্যকরী মূলক কী? নিচের কার্যকরী মূলক দুটির গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) এস্টার; (ii) এমাইড।
 (গ) এলাডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
 (ঘ) এমিনো এসিড কী? দুটি এমিনো এসিডের নাম ও সংকেত লেখ।
- ২। (ক) পরীক্ষাগারে $CHCl_3$ প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর।
 (খ) টাকা লেখ : (i) ক্রিমেনসেন বিজারণ; (ii) এগডল ঘনীভবন বিক্রিয়া।
 (গ) স্পেস্টার কী? স্পেস্টারের তড়িৎ বিশোধন বর্ণনা কর।
 (ঘ) “ PCl_5 গঠিত হয়, কিন্তু NCI_5 গঠিত হয় না।” — ব্যাখ্যা কর।
- অথবা, (ক) আলকাতরা থেকে ফেনল নিষ্কাশন বর্ণনা কর।
 (খ) টাকা লেখ : (i) হফম্যান কুপ্রাংশকরণ বিক্রিয়া; (ii) ফ্রিডেল-ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়া।
 (গ) টালাই লোহা নিষ্কাশনকালে বাত্যা চূড়ির বিক্রিয়াসমূহ লেখ।
 (ঘ) “ $CICH_2COOH$ এসিটিক এসিড অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী।” — ব্যাখ্যা কর।
- ৩। (ক) পরীক্ষাগারে ফিনাইল-অ্যামিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) নিম্নের রূপান্তরগুলো কীভাবে করবে?
 (i) ফেনল থেকে বেনজিন; (ii) ইথানয়িক এসিড থেকে ইথানল।
 (গ) “অবশ্যান্তর মৌলের যৌগসমূহ রক্তনীর” — ব্যাখ্যা কর।
 (ঘ) প্রবণে কীভাবে SO_4 শনাক্ত করবে? SO_4^{2-} আয়ন শনাক্তকরণে $BaCl_2$ ব্যবহার করা যায় না কেন?
- অথবা, (ক) C_2H_4 এর পরীক্ষাগার প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) নিম্নের রূপান্তরগুলো কীভাবে করবে?
 (i) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে 2° এলকোহল; (ii) এনিলিন থেকে 2, 4, 6 ট্রাইব্রোমো এনিলিন।
 (গ) নেসলার বিকারক কী? কীভাবে এর সাহায্যে NH_4^+ শনাক্ত করবে?
 (ঘ) শিখা পরীক্ষায় কোন গাঢ় HCl ব্যবহৃত হয়?

‘খ’ বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) সি.এফ.সি কীভাবে ওজোন স্তরকে ধ্বংস করে?
 (খ) মুক্ত মূলক কী?
- অথবা, (ক) X_2 এর সাধারণ প্রস্তুতি লেখ।
 (খ) কাইরাল কার্বন কী?
- ৫। (ক) এরোমেটিক যৌগের নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বনিকল কী?
 (খ) সংকেত লেখ :
 (i) ক্যালামাইন; (ii) ডেটল।
- অথবা, (ক) $FeCl_3$ থেকে H_2S উৎপাদনে গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহৃত হয় না কেন?
 (খ) $C_6H_4Br_2$ এর দুটি সমাণুক লেখ।
- ৬। (ক) PH_3 এর চেয়ে NH_3 তীব্রতর ক্ষারক — ব্যাখ্যা কর।
 (খ) ডামাজোকরণ বলতে কী বুঝ?
- অথবা, (ক) 1° , 2° ও 3° অ্যামিনের মধ্যে পার্থক্য কর।
 (খ) প্রশম ইলেকট্রোফাইল কী? উদাহরণ দাও।
- ৭। (ক) বেনজিন ও টম্বুইনের পারস্পরিক পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।
 (খ) উর্টজ বিক্রিয়া কী?
- অথবা, (ক) “বেনজিন একটি এরোমেটিক যৌগ” — ব্যাখ্যা কর।
 (খ) অক্সি-এসিটিলিন শিখা কী?
- ৮। (ক) DDT কী? ইহার প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ।
 (খ) রাজ্য কী?
- অথবা, (ক) S_N1 বিক্রিয়ার কৌশল আলোচনা কর।
 (খ) এরোমেটিক হাইড্রোক্যার্বন থেকে এরোমেটিক হাইড্রোক্যার্বন প্রস্তুতির একটি উদাহরণ দাও।
- ৯। (ক) IUPAC প্রণালীতে নাম লেখ :
 (i) $CH_2 = CH - Br$; (ii) $CH_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - CH_2 - CHO$ (iii) 
- (খ) সাবানায়ন বলতে কী বুঝ?
- অথবা, (ক) বিক্রিয়াগুলো পূর্ণ কর :
 (i)  $- N_2Cl + H_2O \xrightarrow{\Delta} ?$ (ii) $(HCOO)_2Ca + (CH_3COO)_2Ca \xrightarrow{\text{পাতন}} ?$
 (iii) $CuSO_4 + KI \rightarrow ?$
- (খ) লেসাইন পরীক্ষায় ধাতব Ni ব্যবহার করা হয় কেন?

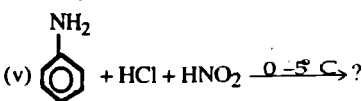
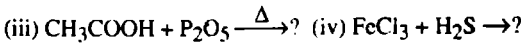
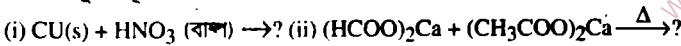
সিলেট বোর্ড-২০১১

'ক' বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) হেবার প্রণালীতে সর্বোচ্চ পরিমাণ অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তগুলো লেখ। ৪
 (খ) ইউরিয়াতে নাইট্রোজেন মৌল শনাক্তকরণ বিক্রিয়াসহ লেখ। ৪
 (গ) কার্বিলিক এসিড কার্বনিল মূলকের বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না— ব্যাখ্যা কর। ৬
 (ঘ) পরীক্ষাগারে প্রোপানোল প্রস্তুতির বর্ণনা কর। ৪
অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ফিনাইল অ্যামিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) ডাও প্রণালীতে হাইড্রজি বেনজিন সংশ্লেষণ বর্ণনা কর। ৬
 (গ) S_N বিক্রিয়া কী? S_N2 বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা কর। ১ + ৫ = ৬
 (ঘ) জ্বালানি তেলের অকটেন নাম্বার বৃদ্ধির দুইটি উপায় বর্ণনা কর। ২ + ২ = ৪
 ২। (ক) সংকরীকরণ কী? sp^2 সংকরণ বর্ণনা কর। ১ + ৫ = ৬
 (খ) ফেরাস ও ফেরিক লবণের মধ্যে কীভাবে পার্থক্য করবে? ৪
 (গ) শিখা পরীক্ষায় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ৬
 (ঘ) পরিবেশের উপর নাইট্রোজেন ও সালফার যৌগের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৪
অথবা, (ক) স্পর্শ প্রণালীতে H_2SO_4 উৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) বিভিন্ন শর্তে টলুইনের সাথে Cl_2 এর বিক্রিয়া লেখ। ৪
 (গ) ক্রোমিয়াম ও নিকেলের দুইটি করে আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। ২ + ২ = ৪
 (ঘ) ইলেকট্রনাকর্ষী ও কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক কী? ৬
 ৩। (ক) ব্রাইন কী? ব্রাইনের তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা Cl_2 উৎপাদনের মূলনীতি লেখ। ১ + ৫ = ৬
 (খ) CFC কী? এটি কীভাবে ওজোন স্তর ধ্বংস করে? ১ + ৫ = ৬
 (গ) টীকা লেখ : (i) কাপলিং বিক্রিয়া; (ii) কোব বিক্রিয়া। ২ + ২ = ৪
 (ঘ) RNA ও DNA এর মধ্যে পার্থক্য লেখ। ৬
অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে ক্রোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪
 (খ) ইথান্যাল ক্যানিজারো বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না—ব্যাখ্যা কর। ৬
 (গ) ইথানয়িক এসিড হতে কীভাবে ইথান্যামাইড পাবে? ২
 (ঘ) নিম্নলিখিত যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : ৪
 (i) প্যারাসিটামল; (ii) DDT; (iii) 2, 4-DNPH; (iv) ট্রাল-2 বিউটিন।
 (ঙ) হ্যালোফরম বিক্রিয়া কী? ২

'খ' বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) কার্বিলিক এসিড কী? লেসাইন পরীক্ষায় ধাতব Na ব্যবহারের সুবিধা কী? ১ + ২ = ৩
 (খ) SO_4^{2-} আয়ন দ্রবণ ক্রিয়ুপে শনাক্ত করবে? ২
অথবা, (ক) স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ৬
 (খ) কার্বিলিক এসিড অম্লধর্মী কেন? ২
 ৫। (ক) কার্বনিল যৌগ কী? কীভাবে কার্বনিল যৌগ শনাক্ত করা যায়? ১ + ২ = ৩
 (খ) অ্যানিলিন হতে কীভাবে কার্বিল অ্যামিন পাবে? ২
অথবা, (ক) ফেনল হতে কীভাবে বেনজিন পাবে? ২
 (গ) গ্রীন হাউজ গ্যাস কী? গ্রীন হাউজ প্রভাব সংক্ষেপে বর্ণনা কর। ১ + ২ = ৩
 ৬। (ক) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন দৈর্ঘ্য অপেক্ষা ত্রি-বন্ধন দৈর্ঘ্য কম কেন? ৬
 (খ) বিষমচার্কিক যৌগ কী? দুটি উদাহরণ দাও। ২
অথবা, (ক) সোয়েটজার বিকারক কী? এর ব্যবহার লেখ। ২ + ১ = ৩
 (খ) ক্রোরিনের দুটি কীটনাশকের নাম ও সংকেত লেখ। ৬
 ৭। (ক) ফসফরাসের রূপভেদের পারস্পরিক রূপান্তর বর্ণনা কর। ৬
 (খ) হ্যালোজেন কী? তাদের নাম লেখ। ২
অথবা, (ক) কপার ম্যাট ও রিস্টার কপার কী? ২
 (খ) C_3H_6O দ্বারা তিনটি সমাপূ গঠন কর। ৬
 ৮। (ক) সিস-ট্রাল সমাপূতা ব্যাখ্যা কর। ৬
 (খ) দুইটি অভ্যাব্যাকীয় অ্যামাইনো এসিডের নাম ও সংকেত লেখ। ২
অথবা, (ক) ইলেকট্রনের ডিলোকালাইজেশন ব্যাখ্যা কর। ২
 (খ) এনজাইম কী? এনজাইমের দুটি গুরুত্ব লেখ। ১ + ২ = ৩
 ৯। (ক) কার্বাইড্রেট কী? ১
 (ক) টীকা লেখ : (i) স্যান্ডমেরার বিক্রিয়া; (ii) রাইমার-টাইম্যান বিক্রিয়া। ২ + ২ = ৪
অথবা, নিচের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ৫



দিনাজপুর বোর্ড-২০১১

'ক' বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) পরীক্ষাগারে ইথান্যাল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) প্রাইমারি অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক অ্যামিনের মধ্যে কীভাবে পার্থক্য নিরূপণ করবে? ৩
 (গ) CFC কী? ইহা কীভাবে ওজোন স্তরের ক্ষতি করে? ৪
 (ঘ) অ্যামোনিয়া হতে নাইট্রিক এসিডের শিল্পোৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪
 জবাব, (ক) লঘু তেল কী? লঘু তেল থেকে বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ১ + ৩ = ৪
 (খ) 1°, 2° ও 3° অ্যালকোহলের মধ্যে কীভাবে পার্থক্য নির্ণয় করবে? ৩
 (গ) অনামজ্জন্যতা বিক্রিয়া কী? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪
 (ঘ) লৌহ নিষ্কাশন বাত্যাচুল্লিতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ সমীকরণসহ লেখ। ৪
- ২। (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) ব্যাখ্যা কর : (i) মিথান্যাল ক্যানিজারো বিক্রিয়া প্রদর্শন করে কিন্তু ইথান্যাল করে না; (ii) অ্যানিলিন ক্ষারধর্মী। ২+২=৪
 (গ) টীকা লেখ : ২ + ২ = ৪
 (i) রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া; (i) ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়া।
 (ঘ) NH₃ ও PH₃ এর মধ্যে কোনটি তীব্র ক্ষারক এবং কেন? ৩
 জবাব, (ক) ফারমেন্টেশন পদ্ধতিতে চিটাগুড় থেকে বাণিজ্যিক ভিত্তিতে ইথানল উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) কীভাবে পাবে— (i) ইথান্যামাইড হতে মিথাইল অ্যামিন; (ii) ইথাইন হতে ইথান্যাল। ২ + ২ = ৪
 (গ) জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে চারটি পার্থক্য লেখ। ৪
 (ঘ) SO₂ ও Cl₂ এর বিরঞ্জন ধর্মের উল্লেখ কর। ৩
- ৩। (ক) কেম্ব কী? কেম্ব হতে আয়োডিনের শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ১ + ৪ = ৫
 (খ) C₃H₆O দ্বারা সম্ভাব্য তিনটি আইসোমারের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ। ৩
 (গ) অবস্থান্তর মৌলের সংজ্ঞা দাও। অবস্থান্তর ধাতুসমূহ পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা প্রদর্শন করে—ব্যাখ্যা কর। ১+৩ = ৪
 (ঘ) DNA ও RNA এর মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ। ৩
 জবাব, (ক) পরীক্ষাগারে ক্রমাগত হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস প্রস্তুতপ্রণালী চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৫
 (খ) H - COOH একাধারে এসিড অ্যালডিহাইড উভয় ধর্ম প্রদর্শন করে—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (গ) পরিবেশের উপর নাইট্রোজেন যৌগের প্রভাব সংক্ষেপে আলোচনা কর। ৩
 (ঘ) হ্যালোকরম কী? পরীক্ষাগারে ইথানল থেকে ক্লোরোকরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ১ + ৩ = ৪
- 'খ' বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর-প্রশ্ন
- ৪। (ক) নিম্নের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : ৩
 (i) N, N-ডাইমিথাইল ইথান্যামাইড; (ii) বিউট-3-ইন-1 অল; (iii) প্যারা-নাইট্রোফেনল।
 (খ) দ্রবণে Cu²⁺ মূলকের উপস্থিতির শনাক্তকরণ পরীক্ষা লেখ। ২
 জবাব, (ক) নিম্নোক্তগুলোর সংকেত লেখ : ৩
 (i) লিমোনাইট; (ii) টিএনটি; (iii) DDT।
 (খ) ক্লোরোকরম রঙিন বোতলে রাখা হয় কেন? ৩
- ৫। (ক) এস্টার কী? পাকা কলা ও পাকা আনারসে কোন কোন এস্টার থাকে? ৩
 (খ) হাক্সেল তত্ত্ব কী? ২
 জবাব, (ক) বু-ভিট্রিয়ল, সবুজ ভিট্রিয়ল ও সাদা ভিট্রিয়লের সংকেত লেখ। ৩
 (খ) স্ক্যানডিয়াম অবস্থান্তর মৌল নয় কেন? ২
- ৬। (ক) জৈবযৌগ শনাক্তকরণে লেসাইন পরীক্ষায় ধাতব সোডিয়াম ব্যবহার করা হয় কেন? ২
 (খ) অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বিকলা বলতে কী বুঝ? ৩
 জবাব, (ক) অক্টেন নাম্বার বৃদ্ধির দৃষ্টি উপায় বর্ণনা কর। ৩
 (খ) নেসলার বিকারক কী? এই বিকারকের সাহায্যে NH₄⁺ মূলক শনাক্তকরণ পরীক্ষাটি সমীকরণসহ দেখাও। ৩
- ৭। (ক) কার্বন-কার্বন বি-বন্ধন দ্রুত অথবা কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন দ্রুত কম কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) কাইরাল কার্বন কী? উদাহরণসহ লেখ। ২
 জবাব, (ক) PVC কী? এর প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ। ৩
 (খ) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড কী কী? ২
- ৮। (ক) কপার পিরাইটস আকরিক হতে কপার নিষ্কাশন দ্রুত কেন? ৩
 (খ) নিচের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ২
 (i) CH₃COONa + NaOH(CaO) $\xrightarrow{\Delta}$? (ii) CH₃-C(=O)-CH₃ + [H] $\xrightarrow[\text{HCl}]{\text{Zn-Hg}}$?
- জবাব, (ক) নাইট্রোজেন NCl₅ গঠন করে না কিন্তু ফসফরাস PCl₅ গঠন করে কেন? ৩
 (খ) ফেনল ও কার্বজিলিক এসিডের মধ্যে একটি পার্থক্য নির্ণয়কারী পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২
- ৯। (ক) নিম্নের রূপান্তরগুলো সমাধানসহ লেখ। ১/৫ × ২ = ৩
 (i) মিথাইল আয়োডাইড হতে ইথেন; (ii) বেনজিন থেকে টলুইন।
 (খ) অর্ধ NH₃ গ্যাস শুষ্করণে নিরুদক H₂SO₄ ব্যবহার করা হয় না কেন? ২
 জবাব, (ক) জৈবযৌগে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি কিরূপে শনাক্ত করা হয়? ৩
 (খ) টিচার আয়োডিন কী? এটি কী কাজে লাগে? ২

বিভিন্ন বোর্ডের প্রশ্নপত্র

রসায়ন (তত্ত্বীয়)-দ্বিতীয় পত্র

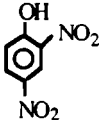
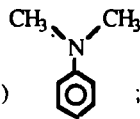
সময়-৩ ঘণ্টা; পূর্ণমান-৭৫

[দ্রষ্টব্য : দক্ষিণ পার্শ্বস্থ সংখ্যা প্রশ্নের পূর্ণমান জ্ঞাপক।]

ঢাকা বোর্ড-২০১০

ক বিভাগ

নম্বর

- ১। (ক) অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে HNO_3 উৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন প্রস্তুতির বর্ণনা দাও। ৪
 (গ) ব্লিচিং পাউডারের রাসায়নিক নাম, সংকেত ও দুটি ব্যবহার লেখ। ৩
 (ঘ) নিম্নের কার্যকরীমূলকগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) 3°-অ্যালকোহল; (ii) এসিড অ্যানহাইড্রাইড; (iii) এস্টার। ৩
 অথবা, (ক) ব্লিস্টার কপার কী? এর তড়িৎ বিশোধন বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (খ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথান্যাল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৫
 (গ) জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ। ৩
 (ঘ) H_2S উৎপাদনে গাড় HNO_3 ব্যবহৃত হয় না, কেন? ৩
 ২। (ক) কীভাবে মধ্যম তৈল থেকে ফেনল, প্রস্তুত করবে? বর্ণনা কর। ৫
 (খ) প্রোপানোন ও ইথান্যালের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ৪
 (গ) কীভাবে ফেনল থেকে (i) স্যালিসাইলিক এসিড ও (ii) বেনজিন-সংশ্লেষণ করবে? ৩
 (ঘ) লোহিত ও শ্বেত ফসফরাসের পারস্পরিক পরিবর্তন কর। ৩
 অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে ইথানল থেকে CHCl_3 প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৪
 (খ) বিরঞ্জক হিসাবে SO_2 ও Cl_2 এর মধ্যে পার্থক্য কর। ৪
 (গ) বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে কীভাবে— (i) ফেনল ও (ii) বেনজিন-সংশ্লেষণ করবে? ৪
 (ঘ) বেনজিন ও টলুইনের মধ্যে পারস্পরিক পরিবর্তন দেখাও। ৩
 ৩। (ক) বিজারক চিনি কী? দুটি উদাহরণের সাহায্যে দেখাও যে, গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি। ১+৪=৫
 (খ) হাইব্রিডাইজেশন কাকে বলে? SP^3 - হাইব্রিডাইজেশন ব্যাখ্যা কর। ১+৩=৪
 (গ) কীভাবে জৈব যৌগে সালফারের উপস্থিতি শনাক্ত করবে? ৩
 (ঘ) নিম্নের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) প্যারাসিটামল; (ii) টি.এন.টি; (iii) অ্যালানিন। ৩
 অথবা, (ক) ফ্যাটি এসিড কী? বিশুদ্ধ ইথানয়িক এসিডের শিল্পোৎপাদন বর্ণনা কর। ১+৪=৫
 (খ) “মিথানয়িক এসিড একাধারে এসিড, অন্যদিকে অ্যালডিহাইড”—ব্যাখ্যা কর। ৪
 (গ) নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের তুলনামূলক রসায়ন আলোচনা কর। ৩
 (ঘ) গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) ডেটল; (ii) পিকরিক এসিড; (iii) অ্যাসিটোফেনোন। ৩
 খ বিভাগ
- ৪। IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নের যৌগগুলোর নাম লেখ : ৫
- (i) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$; (ii) ; (iii) $(\text{CH}_3)_4\text{C}$; (iv) ; (v) $\text{CH}_3-\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)=\text{CH}_2$
- অথবা, (ক) গ্লিয়াম ও টিচার আয়োডিন কী? ৩
 (খ) সোয়েটজার বিকারক কী? ২
 ৫। (ক) সি.এফ.সি কীভাবে ওজোন স্তরকে ধ্বংস করে? ৬
 (খ) কার্বোহাইড্রেট ও এমিনো এসিড কী? ২
 অথবা, (ক) সালফার যদিও SF_6 গঠন করে কিন্তু অক্সিজেন OF_6 গঠন করে না—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) ফেনল অল্পধর্মী—ব্যাখ্যা কর। ২
 ৬। (ক) স্থূল ও আণবিক সংকেতের মধ্যে পার্থক্য কর। ৩
 (খ) হ্যালোফরম বিক্রিয়া কী? ২
 অথবা, (ক) বেনজিনের নাইট্রেশন বিক্রিয়ার কৌশল আলোচনা কর। ৩
 (খ) টীকা লেখ : ফ্রিডেল-ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়া। ২
 ৭। (ক) হ্যালোজেনের সাধারণ প্রস্তুতির মূলনীতি বর্ণনা কর। ৩
 (খ) অবস্থান্তর মৌল কী? ২
 অথবা, (ক) অবস্থান্তর মৌলের যৌগসমূহ রঙিন কেন? ৩
 (খ) দুটি জটিল আয়নের নাম ও সংকেত লেখ। ৩
 ৮। (ক) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ -এর দুটি আইসোমারের গাঠনিক সংকেত লেখ। ২
 (খ) CH_3NH_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ অপেক্ষা তীব্র ক্ষারক—ব্যাখ্যা কর। ৩

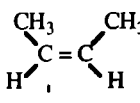

- অথবা, (ক) টলুইনের সাথে Cl_2 -এর পার্শ্ব শিকলের বিক্রিয়া লেখ।
 (খ) ফরমিক এসিড ইথানয়িক এসিড অপেক্ষা তীব্র—ব্যাখ্যা কর।
 নিম্নের রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো পূর্ণ কর : (i) $Cu + HNO_3$ (বাষ্প) \longrightarrow ; (ii) $FeCl_3 + H_2S \longrightarrow$;
 (iii) $CuSO_4 + KI \longrightarrow$; (iv) $(HCOO)_2Ca + (CH_3COO)_2Ca \xrightarrow{\Delta}$; (v) $CH_3COOH \xrightarrow[\Delta]{P_2O_5}$
 অথবা, (ক) নেসলার দ্রবণ কী? দ্রবণে NH_4^+ মূলক কীরূপে শনাক্ত করবে?
 (খ) Write down the formula : (i) ক্যালামাইন; (ii) মিলিরাইট।

কুমিল্লা বোর্ড-২০১০

ক বিভাগ

- (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) অ্যালকাইল হ্যালাইডের S_N1 বিক্রিয়া কৌশল বর্ণনা কর।
 (গ) ফেনলের $-OH$ মূলক অর্ধো-প্যারা নির্দেশক—ব্যাখ্যা কর।
 (ঘ) মরিচাইন ইস্লাত কী? ঢালাই লৌহ নিষ্কাশনে বাত্যাচুক্রিতে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ বর্ণনা কর।
 অথবা, (ক) অ্যালকাইল হ্যালাইড কী? পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ আয়োডোমিথেন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) আরোমেটিকত্ব বলতে কী বুঝ?
 (গ) C.F.C কী? ইহা কীভাবে ওজোন স্তর ক্ষয় করে?
 (ঘ) হ্যাবার প্রণালীতে সর্বোচ্চ পরিমাণ অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তাবলি আলোচনা কর।
 (ক) পরীক্ষাগারে অ্যানিলিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) ইথিন থেকে— (i) মিথান্যাল এবং (ii) ইথানল কীভাবে প্রস্তুত করবে?
 (গ) 1° , 2° , ও 3° অ্যামিনের পার্থক্যসূচক একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।
 (ঘ) জৈব যৌগে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করবে? সমীকরণ দাও।
 অথবা, (ক) পাইরোলিগনিয়াস এসিড হতে ইথানয়িক এসিডের প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) সিগমা ও পাই বন্ধনের পার্থক্য লেখ। ফ্রি রেডিক্যাল কী?
 (গ) C_3H_8O দ্বারা গঠিত সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
 (ঘ) কপার পিরাইট হতে কপার নিষ্কাশনে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ বর্ণনা কর।
 (ক) পরীক্ষাগারে প্রোপানোন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) ইথিন ও ইথাইন-এর পার্থক্যসূচক একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।
 (গ) কার্বলিক এসিড কী? ডাউ প্রণালীতে ফেনল প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (ঘ) তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রণালীতে ব্রাইন হতে ক্লোরিন শিখোৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনা কর।
 অথবা, (ক) মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের শ্রেণীবিন্যাস বর্ণনা কর। পাওয়ার অ্যালকোহল কী?
 (খ) ইথান্যাল ও প্রোপানোন-এর মধ্যে একটি পার্থক্য দেখাও।
 (গ) পেপটাইড বন্ধন কী?
 (ঘ) নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের তুলনামূলক রসায়ন আলোচনা কর।

খ বিভাগ

- (ক) বিক্রিয়াসহ দেখাও যে, বেনজিন অণুতে তিনটি দ্বি-বন্ধন আছে।
 (খ) রাজ্যলে স্বর্ণ কীভাবে দ্রবীভূত হয়?
 অথবা, (ক) ইথান্যাল অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া দেয় কিন্তু বেনজালডিহাইড দেয়না—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) ফসজিন ও টি. এন. টি-এর গাঠনিক সংকেত লেখ।
 (ক) শ্বেত ও লৌহিত ফসফরাসের পারস্পরিক রূপান্তর বর্ণনা কর।
 (খ) জৈব যৌগে $-COOH$ মূলকের উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করবে?
 অথবা, (ক) অবস্থান্তর ধাতু কী? জিংককে অবস্থান্তর ধাতু বলা হয় না কেন?
 (খ) স্টার্চ ও সেলুলোজ-এর পার্থক্য লেখ।
 (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত যৌগগুলোর নাম লেখ :
 (i) $CH_2 = CH - CH = CH_2$; (ii) $CH_3 - CH - CH_2 - COOH$; (iii)

 (খ) দ্রবণে Cu^{2+} এর উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করবে?
 অথবা, (ক) বিক্রিয়া পূর্ণ কর :
 (i) $CH_3I + KCN \xrightarrow[H^+]{H_2O} ?$; (ii) $CH_3CHO \xrightarrow[NaOH]{লঘু}$; (iii)  $-COONa + NaOH \xrightarrow[তাপ]{CaO} ?$
 (খ) প্রমাণ কর যে, Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড।
 (ক) NH_3 এবং PH_3 এর মধ্যে কোনটি বেশি ক্ষারীয়—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) বেনজিনকে অ্যাসিটিলিনের পলিমার বলা হয় কেন?
 অথবা, (ক) PCl_5 গঠিত হয় কিন্তু NCl_5 গঠিত হয় না কেন?
 (খ) কাইরাল কার্বন বলতে কী বুঝ?
 (ক) গ্যামাজিন-এর একটি প্রস্তুতি ও দুটি ব্যবহার লেখ।
 (খ) III একটি বিজ্ঞারক—ব্যাখ্যা কর।
 অথবা, (ক) টলুইন প্রস্তুতির দুটি প্রণালী লেখ।
 (খ) বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে কীভাবে বেনজিন পাবে?

- (ক) এসিড বৃষ্টি কী? পরিবেশের উপর এর প্রভাব বর্ণনা কর।
 (খ) কোব বিক্রিয়া-এর উপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ।
 (ক) স্পেক্টার হতে বিশুদ্ধ জিংক নিষ্কাশন বর্ণনা কর।
 (খ) সমাগুতা বলতে কী বুঝ?

রাজশাহী বোর্ড-২০১০

ক বিভাগ-রচনামূলক প্রশ্ন

নম্বর

- (ক) অ্যামোনিয়া হতে নাইট্রিক এসিডের শিল্পোৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনা কর।
 (খ) নেসলার দ্রবণ কীভাবে প্রস্তুত করা হয়? নেসলার দ্রবণের সাহায্যে অ্যামোনিয়াম লবণের শনাক্তকরণ বর্ণনা কর। $2+3=5$
 (গ) দেখাও যে, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড একটি জ্বারক এবং ফসফরাস পেট্রোলজাইড একটি নিরুদক। $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$
 (ক) কপার ম্যাট থেকে ক্রিস্টার কপার উৎপাদন বর্ণনা কর।
 (খ) দেখাও যে, হাইড্রোজেন আয়োডাইড একটি বিজ্বারক এবং নাইট্রিক অ্যাসিড একটি জ্বারক। $2+2=4$
 (গ) ফ্রি-রেডিক্যাল কী?
 (ঘ) কী ঘটে সমীকরণসহ লেখ, যখন— (i) নীতল ও লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণে ক্লোরিন চালনা করা হয়; $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$
 (ii) উত্তম কপার অক্সাইডের উপর দিয়ে অ্যামোনিয়া গ্যাস চালনা করা হয়।
 (ক) হেবার প্রণালীতে সর্বোচ্চ অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তাবলি বর্ণনা কর।
 (খ) নাইট্রো-বেনজিনে নাইট্রোজেনের উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করবে?
 (গ) বাতাসচুল্লিতে চালানো লৌহ নিষ্কাশনের সময় সংঘটিত বিক্রিয়াগুলো বর্ণনা কর।
 (ঘ) সেলুলোজ পলিমারে মনোমার কী?
 (ক) পরীক্ষাগারে আয়োডোমিথেন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) আয়োডোমিথেন থেকে কীরূপে ইথানয়িক অ্যাসিড ও ইথেন তৈরি করবে?
 (গ) বেনজিন-চক্রে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা কর।
 (ঘ) ম্যালামিন কী?
 (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) ইথাইন থেকে কীরূপে ইথানাল ও বেনজিন পাবে? $2+2=4$
 (গ) C_2H_2 যৌগটি ব্রোমিন-কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্রবণের শাল বর্ণ বিনষ্ট করে। যৌগটি অম্লীয় পটাশিয়াম প্যারাম্যাঙ্গানেট দ্বারা জ্বারিত হয়ে বেনজোয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। যৌগটির গাঠনিক সংকেত নির্ণয় কর। সর্বশেষ বিক্রিয়াগুলো লেখ।
 (ঘ) ইথাইনে অম্লীয় হাইড্রোজেন উপস্থিতির একটি শনাক্তকরণ পরীক্ষণ দেখাও।
 (ক) অ্যামাইড, এস্টার ও ২° অ্যালকোহল যৌগ শ্রেণীর কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত লেখ।
 (খ) আলকাতরা থেকে কীরূপে বেনজিন আহরণ করবে?
 (গ) বায়ো পলিমার কী?
 (ঘ) ইথানোলের সাথে : (i) ফেহলিং দ্রবণ; (ii) 2, 4-ডাই নাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিনের বিক্রিয়া বর্ণনা কর। $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$

খ বিভাগ-সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- (ক) IUPAC প্রণালীতে নাম লেখ : (i) $(CH_3)_4C$; (ii) $HOOC-COOH$; (iii) $CH_3-CH_2-CH(OH)-COOH$.
 (খ) গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) গ্রাইসিন; (ii) সিস-২-বিউটিন।
 (ক) কীরূপে বেনজিন থেকে বেনজোয়িক অ্যাসিড তৈরি করবে?
 (খ) রেসিমিক মিশ্রণ কী?
 (ক) দ্রবণে Zn^{2+} এর উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করবে?
 (খ) ইথার ও অ্যালকোহলের একটি পার্থক্যসূচক পরীক্ষা বর্ণনা কর।
 (ক) স্বর্ণ কীভাবে রাজ্যে দ্রবীভূত হয়?
 (খ) পেপটাইড বন্ধন কী?
 (ক) ইথাইন অণুর অর্বিটাল চিত্র বর্ণনা কর।
 (খ) লিগান্ড কী?
 (ক) অকটেন নাম্বার কী?
 (খ) ডিনেগার কী?
 (ক) কীরূপে $RMgX$ থেকে $R-COOH$ তৈরি করবে?
 (খ) ডিটারজেন্ট কী?
 (ক) বেনজিন চক্রে $-NO_2$ মূলক মেটা নির্দেশক—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) $C_6H_4Cl_2$ সংকেত দ্বারা দুটি সমাগুর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
 (ক) সমীকরণগুলো সম্পূর্ণ কর : (i) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{COCl} \xrightarrow{\text{অন্য}} \text{AlCl}_3 \text{?} +$;
 (ii) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2} \text{?}$; (iii) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH(alc)} \longrightarrow \text{?}$
 (খ) PVC কী?
 (ক) ইথানল থেকে কীরূপে ডাইইথাইল ইথার পাবে?
 (খ) সংকেত লেখ : (i) পিকরিক অ্যাসিড; (ii) জিংক ব্লেন্ড।
 (ক) লেসাইন পরীক্ষায় সোডিয়াম ধাতু ব্যবহার করা হয় কেন?
 (খ) দ্রবণে SO_4^{2-} কীরূপে শনাক্ত করবে?
 (ক) প্রাকৃতিক গ্যাস কী? প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদানসমূহ উল্লেখ কর।
 (খ) ডিকার্বাইলেশন কী?

www.fb.com/tanbir.cox


যশোর বোর্ড-২০১০

ক বিভাগ-রচনামূলক প্রশ্ন

নম্বর

- ১। (ক) ফারমেটেশন কী? ফারমেটেশন পদ্ধতিতে স্টার্চ থেকে ইথানল উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (খ) নাইট্রিক এসিড প্রস্তুতির অসওয়াল্ড পদ্ধতির মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৩
 (গ) কীভাবে প্রস্তুত করবে? (i) ইথাইন থেকে অজ্বালিক এসিড; (ii) ইথিন থেকে মিথান্যাল। ২+২=৪
 (ঘ) দেখাও যে, (i) P_2O_5 একটি নিরুদক; এবং (ii) H_2S একটি বিজারক। ২+২=৪
- অর্থবা, (ক) পরীক্ষাগারে H_2S গ্যাসের ক্রমাগত সরবরাহের জন্য কিপসল্ডে H_2S প্রস্তুতি বর্ণনা কর (প্রয়োজনীয় চিত্র দাও)। ৪
 (খ) টীকা লেখ : (i) ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া; (ii) উইলিয়ামসন বিক্রিয়া। ২+২=৪
 (গ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন প্রস্তুতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৪
 (ঘ) বিভিন্ন অবস্থায় টনাইনের সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৩
- ২। (ক) ব্রাইন-কী? আধুনিক বৈদ্যুতিক প্রণালীতে ব্রাইন থেকে ক্লোরিন উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ১+৩=৪
 (খ) অ্যাকোয়া রিজিয়া কী? এটা কীরূপে স্বর্ণকে দ্রবীভূত করে? ১+২=৩
 (গ) কী ঘটে যখন— (i) উত্তপ্ত অবস্থায় $HaOH$ দ্রবণে Cl_2 গ্যাস চালনা করা হয়। ২+২=৪
 (ii) উত্তপ্ত Cu গুঁড়ার উপর দিয়ে গাড় HNO_3 বাষ্প চালনা করা হয়।
 (ঘ) টীকা লেখ : (i) কোব বিক্রিয়া, (ii) ডায়াজোক্রমণ বিক্রিয়া। ২+২=৪
- অর্থবা, (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ প্রোপানোন প্রস্তুতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৪
 (খ) বেনজিন ডায়াজোনিয়াম লবণ হতে— (i) বেনজিন ও (ii) ফিনাইল হাইড্রাজিন কীভাবে পাওয়া যায়? ২+২=৪
 (গ) ZnO একটি উভধর্মী অক্সাইড—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (ঘ) কীভাবে ইথানোয়িক এসিড থেকে— (i) ইথানামাইড এবং (ii) ইথানোয়িক ক্লোরাইড পাওয়া যায়? ২+২=৪
- ৩। (ক) পরীক্ষাগারে মিথাইল অ্যামিন প্রস্তুতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৪
 (খ) কপার ম্যাট কী? কপার ম্যাট থেকে ত্রিস্টার কপার উৎপাদন বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (গ) ফেরাস ও ফেরিক লবণের পার্থক্যসূচক তিনটি পরীক্ষা লেখ। ৩
 (ঘ) টীকা লেখ : (i) স্যাভমেরার বিক্রিয়া; (ii) উটজ-ফিটিগ বিক্রিয়া। ২+২=৪
- অর্থবা, (ক) স্পেন্টার কী? স্পেন্টারের তড়িৎ বিশুদ্ধিকরণ বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (খ) নিম্নলিখিত বৌগগুলোর সংকেত লেখ : (i) পেন্ট্যানডাইট; (ii) ক্যালামাইন; (iii) রেডহিমাটাট। ১×৩=৩
 (গ) জ্যামিতিক সমাণুতা বলতে কী বুঝ? উদাহরণসহ জ্যামিতিক সমাণুতার শর্তসমূহ লেখ। ১+৩=৪
 (ঘ) ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল বলতে কী বুঝ? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ২+২=৪

খ বিভাগ-সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নের যৌগগুলোর নামকরণ কর : ১×৩=৩
 (i) $(CH_3)_2CH-CH=CH-CH_2-CO-CH_3$; (ii) $CH_2=CH-CH=CH_2$; (iii) $(CH_3)_3C-OH$.
 (খ) NH_3 ও PH_3 এর মধ্যে কোনটি অধিক কার্বার্মী এবং কেন? ২
- অর্থবা, (ক) নিম্নলিখিত যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ :
 (i) অ্যাসিটানিলাইড; (ii) সালফানিলামাইড; (iii) ২, ৪-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন।
 (খ) CH_3-COOH অপেক্ষা $ClCH_2-COOH$ অধিকতর শক্তিশালী এসিড—কেন? ব্যাখ্যা কর।
- ৫। (ক) ইথানল থেকে ক্লোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (খ) $NaBr$ ও গাড় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় HBr প্রস্তুত করা যায় না কেন? ২
- অর্থবা, (ক) ব্রিটিং পাউডার কী? এর প্রস্তুত প্রণালী ও ব্যবহার লেখ।
 (খ) অর্ধ NH_3 গ্যাস শুষ্ককরণে গাড় H_2SO_4 ব্যবহার করা যায় না কেন?
 (ক) বিজারক চিনি বলতে কী বুঝ? গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি—ব্যাখ্যা কর। ১+২=৩
 (খ) লেসাইন পরীক্ষায় সোডিয়াম গাড় ব্যবহার করা হয় কেন?
 (ক) DNA এবং RNA এর সুগারের নাম ও চার্ট্রিক গঠন অঙ্কন কর। $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = ৩$
 (খ) ইথান্যাল ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয় না কেন? ২
- ৭। (ক) স্টার্চ দ্রবণে আয়োডিন কোন বর্ণ ধারণ করে, কেন করে এবং স্টার্চের কোন্ অংশের জন্য করে? ৩
 (খ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যসূচক একটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ৩
- অর্থবা, (ক) জৈব যৌগে সালফার শনাক্তকরণ পদ্ধতি মূল দ্রবণ প্রস্তুতিসহ লেখ।
 (খ) বেনজিন বলয়ে—OH মূলক অর্ধো-প্যারা নির্দেশক কেন?
 ৮। (ক) কীভাবে অ্যাসিটালডিহাইড হতে ক্রোটোনালডিহাইড পাওয়া যায়? ৩
 (খ) হেঞ্জামিন কী? এর প্রস্তুত প্রণালী লেখ। ২
- অর্থবা, (ক) কীভাবে CH_3I থেকে— (i) ইথানোয়িক এসিড; এবং (ii) ইথাইল অ্যামিন পাওয়া যায়?
 (খ) মিথান্যাল হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয় না কেন?
 ৯। (ক) ১°, ২° এবং ৩° অ্যালিফেটিক অ্যামিনের পার্থক্য লেখ। ৩
 (খ) ফেনল থেকে কীভাবে অ্যাসপিরিন প্রস্তুত করবে? ২
- অর্থবা, (ক) নিম্নলিখিত সমীকরণগুলো পূরণ কর : ১×৩=৩
 (i) $CH_3-CH_2-CH_2-Br + KOH (alc.) \rightarrow ?$; (ii)  $+ CHCl_3 + KOH \xrightarrow{70^\circ C} ?$;
 (iii) $2 CH_3COOH + P_2O_5 \xrightarrow{\Delta} ?$
 (খ) অ্যালকিন ও অ্যালকাইন-১ এর পার্থক্যসূচক দুটি পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২

চক্রগ্রাম বোর্ড-২০১০

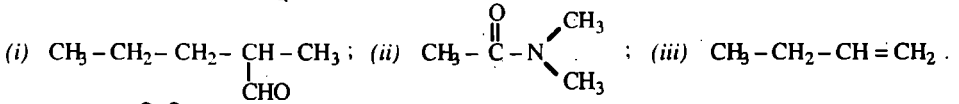
ক বিভাগ

নম্বর

- ০। (ক) স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিডের শিল্পোৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪
 (খ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন গ্যাস প্রস্তুতপ্রণালী বর্ণনা কর। ৪
 (গ) ইথানয়িক এসিড হতে কীভাবে— (i) ইথান্যামাইড ও (ii) ইথাইল ইথানয়েট পাওয়া যায়? ২+২=৪
 (ঘ) বেনজিন অণুতে তিনটি দ্বি-বন্ধন আছে—কীরূপে প্রমাণ করবে? ৩
 অথবা, (ক) কপার ম্যাট কী? কপার ম্যাট হতে কীরূপে ত্রিস্টার কপার পাওয়া যায়? ৪
 (খ) অক্সিজেন ও সালফারের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্যপূর্ণ ধর্মের তুলনা কর। ৪
 (গ) ব্যাখ্যা কর : (i) জিকেকে অবস্থান্তর ধাতু বলা হয় না; (ii) স্বর্ণ রাজ্যে দ্রবীভূত হয়। ৩
 (ঘ) হ্যালোজেনসমূহের সাধারণ প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৪
 ২। (ক) টলুইন সংশ্লেষণের দুটি পদ্ধতি সমীকরণসহ লেখ। ৪
 (খ) পরীক্ষাগারে ক্লোরোফরম প্রস্তুতির মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪
 (গ) সমগোত্রীয় শ্রেণী কী? এর বৈশিষ্ট্য লেখ। ১+৩=৪
 (ঘ) PH_3 ও NH_3 এর মধ্যে কোনটি দুর্বল ক্ষারক এবং কেন? ৩
 অথবা, (ক) লৌহ নিষ্কাশনে বাত্যাচুল্লিতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪
 (খ) রূপান্তর কর : (i) ইথাইন থেকে ইথান্যাল; (ii) বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড হতে ফিনাইল হাইড্রাজিন। ৪
 (গ) বায়ো অণু কী? স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে তিনটি পার্থক্য উল্লেখ কর। ৩
 (ঘ) লুকাস বিকারক ব্যবহার করে কীভাবে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারশিয়ারি অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করবে? ৩
 ৩। (ক) পরীক্ষাগারে প্রোপানোনের প্রস্তুতপ্রণালী বর্ণনা কর। ৪
 (খ) টীকা লেখ : (i) ছুইটার আয়ন; (ii) ক্রিমনেসন বিজারণ। ২×২=৪
 (গ) নেসলার বিকারক কী? এই বিকারকের সাহায্যে কীভাবে অ্যামোনিয়াম মূলক শনাক্ত করা হয়? ১+৩=৪
 (ঘ) অ্যারোমেটিক যৌগে নিউক্লিয়াস ও পার্শ্বশিকল বলতে কী বুঝ? ৩
 অথবা, (ক) আলকাতরা হতে ফেনল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) টীকা লেখ : (i) হফম্যান ডিহাইড্রেশন বিক্রিয়া; (ii) অ্যালডল ঘনীভবন। ৪
 (গ) দেখাও যে, HCOOH এসিড ও বিজারক উভয় হিসেবে ক্রিয়া করে। ৩
 (ঘ) ইথেন পানিতে অদ্রবণীয় কিন্তু সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট অ্যালকোহল পানিতে দ্রবীভূত হয় কেন? ৩

খ বিভাগ

- ৩। (ক) C.F.C কী? এটি কীভাবে ওজোন স্তরের ক্ষতি করে? ১+২=৩
 (খ) অলিয়াম ও সালফান কী? ২
 অথবা, (ক) ইথাইন হাইড্রোক্যার্বন হওয়া সত্ত্বেও অল্পধর্ম প্রদর্শন করে কেন? ৩
 (খ) দ্রবণে SO_4^{2-} আয়ন শনাক্তকরণে BaCl_2 এর পরিবর্তে $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ব্যবহার উত্তম—ব্যাখ্যা কর। ২
 ৪। (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিচের যৌগগুলোর নাম লেখ : ১×৩=৩



- (খ) "D-গ্লুকোজ একটি বিজারক"—ব্যাখ্যা কর। ২
 (ক) নিচের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : ৩
 (i) বেনজিন হেপ্তাক্লোরাইড; (ii) সালফানিলামাইড; (iii) বিউট - ৩ - ইন - ১ - অল।
 (খ) মিথান্যাল থেকে কীভাবে হেপ্তামিন পাওয়া যায়? ৩
 ৬। (ক) H_2S প্রস্তুতির জন্য ধাতব সালফাইডের সাথে গাঢ় HNO_3 ব্যবহার করা যায় না কেন? ৩
 (খ) দ্রবণে Cu^{2+} আয়ন কীভাবে শনাক্ত করবে? ২
 অথবা, (ক) PVC কী? এর প্রস্তুতি ও ব্যবহার লেখ। ৩
 (খ) লোহার দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। ৩
 ৭। (ক) জৈব যৌগে সালফারের উপস্থিতি কীভাবে শনাক্ত করবে? ৩
 (খ) টটোমারিজম কী? উদাহরণ দাও। ২
 অথবা, (ক) তৈল ও চর্বি কী? তৈল ও চর্বি হতে কীভাবে গ্লিসারিন পাওয়া যায়? ৩
 (খ) অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ৩
 ৮। (ক) নিচের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ১×৩=৩
 (i) $\text{Cu} + \text{HNO}_3$ (বাল্শ) \longrightarrow ; (ii) $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta}$; (iii) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{SO}_4$
 (খ) পাকা কলা ও কমলায় বিদ্যমান এস্টারের নাম লেখ। ২
 অথবা, (ক) ফেরাস ও ফেরিক লবণের পারস্পরিক রূপান্তর সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (খ) "বেনজিন ইথাইনের পলিমার"—ব্যাখ্যা কর। ৩
 ৯। (ক) পেপটাইড বন্ধন কীভাবে গঠিত হয়? ৩
 (খ) ধাতব ব্রোমাইডের সাথে গাঢ় H_2SO_4 -এর বিক্রিয়ায় HBr প্রস্তুত করা যায় না—ব্যাখ্যা কর। ২
 অথবা, (ক) $-\text{NH}_2$ মূলক অর্ধে ও প্যারা নির্দেশক—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড ও সোডিয়াম অ্যাসিটেটের বিক্রিয়ায় কী ঘটে, সমীকরণসহ লেখ। ৩


বর্নিশাল.বোর্ড-২০১০

ক বিভাগ

নম্বর

- ১। (ক) অসওয়াল্ড প্রণালীতে নাইট্রিক এসিড উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ। ৪
 (খ) কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বলতে কী বুঝ? নিম্নের কোনটি কেন্দ্রাকর্ষী বা ইলেকট্রনাকর্ষী উল্লেখ কর : ২+২=৪
 $R-NH_2, BF_3, Cl^+, Cl^-$
 (গ) এসিড বৃষ্টি কী? পরিবেশের উপর এর প্ভাব বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (ঘ) ফেরাস ও ফেরিক লবণের পার্থক্য লেখ। ৩
 অথবা, (ক) ব্রাইন কী? ব্রাইন থেকে ক্লোরিনের বাণিজ্যিক উৎপাদনের মূলনীতি লেখ। ১+৩=৪
 (খ) সক্রিয়কারী মূলক কী? নিম্নের কোনটি সক্রিয়কারী/সক্রিয়তা হ্রাসকারী উল্লেখ কর : ২+২=৪
 $-CH_3, -OCH_3, -Cl, -CHO$
 (গ) মার্কনিকভ-এর নীতি কী? একটি উদাহরণ দ্বারা বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (ঘ) DNA ও RNA এর পার্থক্য লেখ। ৩
 ২। (ক) পরীক্ষাগারে আয়োডোমিথেন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) টীকা লেখ : (i) নেস্‌লার বিকারক; (ii) ক্যানিজারো বিক্রিয়া। ২+২=৪
 (গ) ফ্রোমাইট আকরিক থেকে ক্রোমিয়াম নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (ঘ) ক্লোরিনের জারণ মান স্থির, কিন্তু ক্লোরিনের জারণ মান পরিবর্তনশীল—ব্যাখ্যা কর। ৩
 অথবা, (ক) আলকাতরা থেকে বেনজিন নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (খ) টীকা লেখ : (i) সমবৈদ্যুতিক বিন্দু; (ii) কীদুনে গ্যাস। ১+৩=৪
 (গ) নিকেল ম্যাট থেকে নিকেল নিষ্কাশন বর্ণনা কর। ৪
 (ঘ) HF একটি দুর্বল এসিড—ব্যাখ্যা কর। ৩
 ৩। (ক) পরীক্ষাগারে প্রোপানোন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) নিম্নের রূপান্তরগুলো সম্পূর্ণ কর : ২+২=৪
 (i) ক্লোরোফর্ম থেকে স্যালিসালডিহাইড; (ii) ইথানয়িক এসিড থেকে ইথানোয়ামাইড।
 (গ) ব্রিস্টার কপারের তড়িৎ বিশোধন বর্ণনা কর। ৪
 (ঘ) গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি—ব্যাখ্যা কর। ৩
 অথবা, (ক) ফারমেটেশন কী? স্টার্চ থেকে ইথানল উৎপাদন সংক্ষেপে বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (খ) নিম্নের রূপান্তরগুলো কীভাবে সম্পন্ন করা হয়? ২+২=৪
 (i) বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড থেকে বেনজিন; (ii) ইথিন থেকে ইথানল।
 (গ) (i) ১°, ২° ও ৩°, অ্যালকোহলের পার্থক্য লেখ। (ii) রেটিফাইড স্পিরিট কী? ৩+১=৪
 (ঘ) দ্রবণে NO_3^- এর পরীক্ষা বর্ণনা কর। ৩

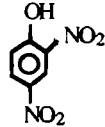
খ বিভাগ

- ৪। (ক) অবস্থান্তর ধাতুর পরিবর্তনশীল জারণ সংখ্যার কারণ আলোচনা কর। ৩
 (খ) ফেনলের পরীক্ষা বর্ণনা কর। ২
 অথবা, (ক) ইথাইন অল্পধর্মী যৌগ—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) ক্লোরোফর্মের পরীক্ষা বর্ণনা কর। ৩
 ৫। (ক) বেনজালডিহাইড ক্যানিজারো বিক্রিয়া করলেও অ্যালডল বিক্রিয়া করে না কেন? ৩
 (খ) অ্যালকোহল ও ফেনলের মধ্যে একটি পার্থক্য লেখ। ২
 অথবা, (ক) অ্যালকোহল অপেক্ষা ইথার অধিক উদারী—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) কাপলিং বিক্রিয়া কী? উদাহরণসহ লেখ। ২
 ৬। (ক) ছুইটার আয়ন কী? অম্লীয় ও ক্ষারীয় মাধ্যমে এর প্রকৃতি বর্ণনা কর। ৩
 (খ) টিচার আয়োডিন কী? ২
 অথবা, (ক) প্রাইমারি অ্যালিফেটিক অ্যামিন থেকে ডায়াজেনিয়াম লবণ পাওয়া যায় না কেন? ৩
 (খ) অ্যামাইলোজে আয়োডিন যোগ করলে নীল বর্ণ ধারণ করে কেন? ২
 ৭। (ক) কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রোপানোন অপেক্ষা ইথান্যাল অধিক সক্রিয়—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) গ্যাসাইন পরীক্ষায় মূল দ্রবণ প্রস্তুতিতে সোডিয়াম ব্যবহারের কারণ লেখ। ২
 অথবা, (ক) ডিটারজেন্ট কী? সাবানের সঙ্গে এর ধর্মের তুলনা কর। ৩
 (খ) এনানসিওমার কী? ২
 ৮। (ক) কার্বোঅক্সিলিক এসিডে কেন্দ্রাকর্ষী যুত বিক্রিয়া ঘটে না কেন? ৩
 (খ) ফরমালিন কী? এর ব্যবহার কী? ২
 অথবা, (ক) বিভিন্ন অবস্থায় টলুইনের সঙ্গে ক্লোরিনের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ। ৩
 (খ) দ্রবণে Zn^{2+} এর পরীক্ষা বর্ণনা কর। ৩
 ৯। (ক) IUPAC প্রণালীতে নাম লেখ : ৩
 (i) $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{C} = CH - CO - CH_3$; (ii) $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - NHCH_3$; (iii) 
- (খ) হাকেল তত্ত্ব কী? ২
 অথবা, (ক) নিম্নের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ : (i) গ্রাইসিন; (ii) ট্রান্স-২-পেন্টিন; (iii) পিকরিক এসিড।
 (খ) অ্যারোমেটিসিটি কী?

সিলেট বোর্ড-২০১০

ক বিভাগ

নম্বর

- ১। (ক) অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে HNO_3 উৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের মধ্যে দুটি প্রধান সাদৃশ্য ও দুটি বৈসাদৃশ্য লেখ। ৪
 (গ) চারটি জটিল আয়নের নাম ও সংকেত লেখ। ৪
 (ঘ) দেখাও যে, বেনজিন অণুতে তিনটি দ্বি-বন্ধন আছে। ৩
- অথবা, (ক) পাইরোলিগিনাস এসিড হতে গ্রেসিয়াল অ্যাসিটিক এসিড প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) ইথিন ও ইথাইনের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
 (গ) হ্যালোজেনের সাধারণ প্রস্তুতপ্রণালী লেখ। অনুরূপ বিক্রিয়ার সাহায্যে ফ্লোরিন প্রস্তুত করা যায় না কেন?
 (ঘ) সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয় কিন্তু সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল—ব্যাখ্যা কর।
- ২। (ক) সেক্টার কী? সেক্টারের তড়িৎ বিশোধন বর্ণনা কর। ১+৩=৪
 (খ) অবস্থান্তর মৌল রঙিন যৌগ সৃষ্টি করে—ব্যাখ্যা কর। ৪
 (গ) নিম্নের সমীকরণগুলো পূর্ণ কর : ৪
 (i) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{HCN} \longrightarrow ?$; (ii) $\text{CuSO}_4 + \text{KI} \longrightarrow ?$; (iii) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{40^\circ\text{C}} ?$; (iv) $\text{CHCl}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow ?$
 (ঘ) রেসিমিক মিশ্রণ কী? উদাহরণসহ বর্ণনা কর। ৩
- অথবা, (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) আলকাতরা থেকে বেনজিন উৎপাদন বর্ণনা কর। ৪
 (গ) ডিসপ্রোপোরসন বিক্রিয়া কী? উদাহরণ দাও। টিটার আয়োডিন কী? ৩+১=৪
 (ঘ) দ্রবণে Zn^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ। ৩
- ৩। (ক) পরীক্ষাগারে ইথান্যাল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (খ) জৈব এসিডের জাতক বলতে কী বুঝ? তিনটি জাতকের নাম ও সংকেত লেখ। ১+৩=৪
 (গ) রাজ্য কী? উহা কীভাবে স্বর্ণকে দ্রবীভূত করে তা সমীকরণসহ লেখ। ১+৩=৪
 (ঘ) জুইটার আয়ন কী? দুটি অ্যামাইনো এসিডের নাম ও সংকেত লেখ। ১+২=৩
- অথবা, (ক) সাবান কী? সাবান ও ডিটারজেন্টের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা কর। ১+৩=৪
 (খ) ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ায় স্টার্চ থেকে ইথানল প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ৪
 (গ) Fe^{2+} ও Fe^{3+} এর পারস্পরিক পরিবর্তন লেখ। ৪
 (ঘ) 1° , 2° ও 3° অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ৩
- খ বিভাগ
- ৪। (ক) নাইট্রোজেন NCl_5 গঠন করে না কিন্তু ফসফরাস PCl_5 গঠন করে—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) ইউরিয়ার একটি বাগিছিক প্রাস্টিকের নাম ও সংকেত লেখ। ২
- অথবা, (ক) সমগোত্রীয় শ্রেণীর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।
 (খ) H_2S প্রস্তুতিতে গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা যায় না কেন?
- ৫। (ক) ফরমালিন কী? ইহা কীভাবে প্রস্তুত করা হয়? ৩
 (খ) টীকা লেখ : হফম্যান ডিগ্রেশন। ২
- অথবা, (ক) উইলিয়ামসন বিক্রিয়াটি উদাহরণসহ লেখ। ২
 (খ) 3° -অ্যালকোহল, কার্বজিলিক এসিড, ইথারের কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত লেখ। ৩
- ৬। (ক) IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নের যৌগগুলোর নাম লেখ : ৩
- (i) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CHO}$; (ii) $\text{CH}_3 - \underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}} - \text{H}$; (iii) 
- (খ) অকটেন নাম্বার ৪৫ এর অর্থ কী? ২
- অথবা, (ক) দ্রবণে SO_4^{2-} মূলক শনাক্তকরণ লেখ।
 (খ) CO কে নীরব ঘাতক বলা হয় কেন?
- ৭। (ক) নিম্নের বিক্রিয়াগুলো সম্পূর্ণ কর : (i) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{I} + \text{KOH}(\text{alc}) \longrightarrow$; ৩
 (ii) $\text{CH}_3 - \text{COOH} + \text{CH}_3 - \text{COCl} \longrightarrow$; (iii) $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3 + 4[\text{H}] \xrightarrow[\text{HCl}]{\text{Zn} - \text{Hg}}$
 (খ) অলিয়াম কী? উহার একটি ব্যবহার লেখ। ১+১=২
- অথবা, (ক) ফরমিক এসিড ও অ্যাসিটিক এসিডের মধ্যে কোনটি তীব্র এবং কেন? ৩
 (খ) অ্যাজুরাইট ও ম্যাগনেটাইট—এর সংকেত লেখ। ২
- ৮। (ক) বেনজিন চক্র $-\text{CH}_3$ মূলক অর্ধো ও প্যারা অবস্থান নির্দেশ করে—ব্যাখ্যা কর। ৩
 (খ) ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড হতে ফেনল সংশ্লেষণ লেখ। ২
- অথবা, (ক) CH_3NH_2 ও NH_3 -এর মধ্যে কোনটি বেশি ক্ষারধর্মী এবং কেন? ৩
 (খ) ক্লোরিন পানি কী? উহার একটি ব্যবহার লেখ।
- ৯। (ক) বিজারক চিনি কী? D-গ্লুকোজ একটি বিজারক চিনি—বুঝিয়ে লেখ। ৩
 (খ) জৈব যৌগের চারটি বিশুদ্ধতার মানদণ্ডের নাম লেখ। ২
- অথবা, (ক) টীকা লেখ : (i) গ্রিগনার্ড বিকারক; (ii) অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া। ১+১=২
 (খ) মার্কনিকভের সূত্রটি উদাহরণসহ লেখ। ২

দিনাজপুর বোর্ড-২০১০

ক বিভাগ—রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। (ক) হেবল প্রণালীতে সর্বোচ্চ পরিমাণ অ্যামোনিয়া উৎপাদনের শর্তসমূহ বর্ণনা কর।
 (খ) বিজ্ঞারক ও অববিজ্ঞারক চিনি কী? দেখাও যে, যুকোজ একটি বিজ্ঞারক চিনি।
 (গ) কার্বকরী মূলক বলতে কী বোঝায়? নিচের যৌগ শ্রেণীসমূহের কার্বকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ :
 (i) অ্যামাইড; (ii) 3° অ্যালকোহল; (iii) এস্টার।
 (ঘ) $Cr(24)$ ও $Cu^+(29)$ এর ইলেকট্রনবিন্যাস লেখ।
- অথবা, (ক) স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিডের শিল্পোৎপাদনের মূলনীতি আলোচনা কর।
 (খ) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ অ্যাসিটোন প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (গ) ইথান্যাল হতে কীরূপে (i) ইথানরিক এসিড; (ii) ইথেন পাবে?
 (ঘ) ধাতব হ্যালাইড হতে হ্যালোজেন প্রস্তুতির মূলনীতি বর্ণনা কর।
- ২। (ক) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথাইন প্রস্তুতির বর্ণনা দাও।
 (খ) নিম্নের বিকারকসমূহ ইথাইনের সাথে বিক্রিয়া করে কী ঘটে সমীকরণ লেখ :
 (i) $AgNO_3$, NH_4OH ; (ii) O_3 , H_2O/Zn ।
 (গ) ক্লোরিনের জারণসংখ্যা স্থির কিন্তু ক্লোরিনের জারণসংখ্যা পরিবর্তনশীল—ব্যাখ্যা কর।
 (ঘ) ফসফরাসের দুটি প্রধান রূপভেদের নাম লেখ এবং এদের পারস্পরিক রূপান্তর দেখাও।
- অথবা, (ক) আলকাতরা হতে বিশুদ্ধ ফেনল নিষ্কাশন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।
 (খ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।
 (গ) বায়োপলিমার কী? স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
 (ঘ) অবস্থান্তর মৌলসমূহ জটিল যৌগ গঠন করে—ব্যাখ্যা কর।
- ৩। (ক) পরীক্ষাগারে বেনজিন ডয়াজোনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি বর্ণনা কর।
 (খ) সংকরণ কী? ইথিন অণুতে sp^2 সংকরণ বর্ণনা কর।
 (গ) ফেনল হতে কীরূপে নিম্নের যৌগগুলো পাওয়া যায়?—
 (i) স্যালিসাইলিক এসিড; (ii) বেনজিন।
 (ঘ) রাজস্ব কী? স্বর্ণ রাজস্ব দ্রবীভূত হয় কেন?
- অথবা, (ক) আকরিক কাকে বলে? মর্ডের প্রণালীতে নিকেল উৎপাদন বর্ণনা কর।
 (খ) ফেরাস ও ফেরিক লবণের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।
 (গ) সমীকরণসহ গাঢ় সালফিউরিক এসিডের জারণ ধর্ম ও নিরুদন ধর্ম ব্যাখ্যা কর।
 (ঘ) সাবান কীরূপে ময়লা পরিষ্কার করে তা ব্যাখ্যা কর।

খ বিভাগ—সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

- ৪। (ক) জ্যামিতিক সমাণুতা সম্পর্কে টীকা লেখ।
 (খ) সালফান ও মেলামিন কী?
- অথবা, (ক) সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল অথচ H_2S গ্যাস—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) ফেনল শনাক্তকরণের একটি পরীক্ষা লেখ।
- ৫। (ক) কেন্দ্রাকর্ষী সংযোজন বিক্রিয়ায় কিটোনের চেয়ে অ্যালডিহাইড অধিক সক্রিয় হয় কেন?
 (খ) R_f মান বলতে কী বুঝ?
- অথবা, (ক) মার্কনিকভের নীতি সম্পর্কে টীকা লেখ।
 (খ) কার্বন মনোঅক্সাইডকে নীরব ঘাতক বলা হয় কেন?
- ৬। (ক) কার্বিক এসিড কার্বনিল মূলকের বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) ছুইটার আয়ন সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ।
- অথবা, (ক) ফেনল অম্লধর্ম প্রদর্শন করে কেন?
 (খ) নিচের সমীকরণ দুটি পূর্ণ কর :
 (i) $NaOH(aq) + SO_2(g) \longrightarrow ?$; (ii) $FeCl_3(aq) + HI(aq) \longrightarrow ?$
- ৭। (ক) বেনজিন চক্রে $-NO_2$ মূলক মেটা নির্দেশক হয় কেন ব্যাখ্যা কর।
 (খ) জিংক সালফেট দ্রবণে অতিরিক্ত $NaOH$ দ্রবণ যোগ করলে কী ঘটে?
- অথবা, (ক) ক্লোরাইড লবণের সাথে গাঢ় সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়ায় HCl উৎপন্ন করা যায় অথচ একই পদ্ধতিতে ব্রোমাইড বা আয়োডাইড লবণ হতে HBr বা HI পাওয়া যায় না—ব্যাখ্যা কর।
 (খ) কার্বানায়ন সম্পর্কে টীকা লেখ।
- ৮। (ক) ক্রোরোফরমের বিশুদ্ধতার পরীক্ষা সমীকরণসহ বর্ণনা কর।
 (খ) লোহিত P ও ব্রোমিনের মিশ্রণে পানি যোগ করলে কী ঘটে?
- অথবা, (ক) জৈব যৌগে সালফারের উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করা যায়?
 (খ) হফম্যান কুপ্রাংশকরণ বিক্রিয়া সম্পর্কে টীকা লেখ।
- ৯। (ক) S_N1 বিক্রিয়ার কৌশল লেখ।
 (খ) কপার গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে কিন্তু লঘু H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে না কেন?
- অথবা, (ক) ফুটন্ত টলুইনের সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়া বর্ণনা কর।
 (খ) জৈবযৌগে দ্বি-বন্ধনের উপস্থিতি কীরূপে নির্ণয় করবে?



ADMISSIONWAR.COM

তোমার প্রেরণা ছাড়া নিজেই